

LA MODÉLISATION DES FACTEURS HUMAINS DANS LA GESTION DE PROJETS

THÈSE N° 1494 (1996)

PRÉSENTÉE AU DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

POUR L'OBTENTION DU GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES TECHNIQUES

PAR

Roland SAUTER

Ingénieur électricien diplômé EPF
originaire de Genève (GE)

acceptée sur proposition du jury:

Prof. F.-L. Perret, directeur de thèse
Prof. A. Bergmann, corapporteur
Dr M. Crampes, corapporteur
Prof. F. de Coulon, corapporteur
M. Ph. Pot, corapporteur

Lausanne, EPFL
1996

A Marcelle et Noémie

REMERCIEMENTS

Au Professeur Perret, directeur de la thèse, pour son enthousiasme, son soutien efficace, ses suggestions nombreuses et pertinentes.

Aux membres du jury de thèse, qui ont régulièrement suivi mon travail, m'ont donné des avis précieux et avisés: Alexander Bergmann, professeur à l'Université de Lausanne; Frédéric de Coulon, professeur à l'EPFL; Michel Crampes, Dr. Sc. Techniques, École des Mines d'Alès.

A mon collaborateur M. Stefan Codrescu, pour son travail excellent dans l'implémentation de certaines parties du simulateur.

A mon épouse, pour sa patience d'ange, son soutien sans faille et sa maîtrise de l'orthographe.

Aux 900 chefs de projet et membres d'équipe de projet qui ont bien voulu consacrer leur temps précieux à remplir les questionnaires qui sont à la base de ce travail.

Lausanne, le 21 mars 1996.

Version abrégée

La gestion de projet s'est développée de manière spectaculaire au cours des dernières années; pénétrant dans les domaines les plus variés de l'activité humaine, elle est devenue le mode de gestion privilégié dans un monde en changement.

Ce développement rapide a fait exploser les besoins de formation des chefs de projet, dont l'un des enjeux principaux réside dans l'aspect comportemental, dans l'apprentissage de compétences dans les relations interpersonnelles.

Le but de notre travail consiste à modéliser les facteurs humains dans la gestion de projet, afin de construire un simulateur de formation pour chefs de projet, simulateur qui intègre les aspects comportementaux et les aspects techniques de la gestion de projet.

Afin d'établir un inventaire des facteurs humains pertinents dans la gestion de projet, nous avons mené une enquête qualitative auprès d'une centaine de chefs de projet. Sur la base de cette enquête, nous avons élaboré un certain nombre d'hypothèses que nous avons vérifiées dans une seconde enquête, plus large, menée auprès de 700 chefs de projet.

L'élaboration d'un modèle des facteurs humains s'est faite dans une optique précise, celle de la construction d'un simulateur de formation, ce qui nous a conduits à procéder à certaines simplifications, en particulier en ce qui concerne les interactions réciproques des variables dans le modèle. Les valeurs recueillies lors de nos enquêtes nous ont permis de calculer les paramètres du modèle. L'élaboration de ce modèle constitue la première spécificité de notre travail.

Parallèlement à ces enquêtes, nous avons construit un simulateur pour la formation des chefs de projet, dans lequel nous avons implanté notre modélisation des facteurs humains. Ce simulateur est centré sur les phases de planification et d'exécution du projet. Une interface simple et conviviale permet aux utilisateurs de visualiser l'état du projet, de prendre les décisions adéquates et de voir immédiatement l'effet de leurs décisions sur le déroulement du projet ainsi que l'impact des décisions sur l'évolution des facteurs humains. L'intégration des aspects techniques et humains de la gestion de projet dans un simulateur constitue la seconde spécificité de notre travail.

Ce simulateur a été utilisé depuis le début 1995 pour former près de 200 chefs de projet. Une enquête menée auprès des utilisateurs a permis de montrer l'efficacité de ce type de formation qui, par son effet d'immersion totale dans un projet, conduit à une motivation très élevée des participants et à un effet d'apprentissage nettement plus efficace au niveau comportemental.

Abstract

During the past years, project management has been rapidly spreading out into the various domains of human endeavor; project management is becoming the most promising form of management in a changing world.

This development increased drastically the need for training programs for project managers, and the main challenge of those training programs is their behavioral aspect, the training of interpersonal skills.

The aim of our work is to create a model of the human factors in project management, in order to build a training simulator which would integrate the technical expertise and the human factors.

In order to establish a list of the relevant human factors in project management, we conducted a first survey among one hundred project managers. The findings of this first survey allowed us to work out a certain number of hypotheses, which were tested in a second survey on a larger sample of project managers (700).

The construction of our model has been done with a precise goal: a training simulator - that's why we could simplify the problems in several ways, especially regarding the circular interactions of some variables in the model. The data gathered in the survey were used to determine the parameters of the model. The construction of such a model is the first specificity of our work.

Then we developed a full-scale training simulator for project managers, and we implemented our model of the human factors in this simulator. The simulator is centered on the planing and execution phases of a project. A simple, easy-to-use interface allows the user to visualize the project status, to make adequate decisions and to see the effect of those decisions on the project and on the evolution of the human factors immediately. The integration of the technical tasks and the human factors into a simulator is the second specificity of our work.

This simulator has been in use since the beginning of 1995, and 200 project managers have been trained since then. A survey was conducted among the trainees: it showed the high efficiency of this type of training in a virtual world, the very high motivation of the trainees and a high learning effect on the behavioral level.

Table des matières

1. Cadre et but de ce travail	9
1.1. Délimitation du cadre	9
1.1.1. But de ce travail	9
1.1.2. Différences par rapport à d'autres approches	10
1.1.3. Simulation centrée sur l'équipe	10
1.2. La gestion de projet	11
1.2.1. Définition de la gestion de projet	11
1.2.2. Les composantes principales de la gestion de projet	14
1.2.3. L'évolution de la gestion de projet	17
1.3. La formation des chefs de projet	18
1.3.1. La spécificité de la formation des chefs de projet	18
1.3.2. Les contenus de la formation en gestion de projet	21
1.3.3. L'EAO en gestion de projet	22
1.3.4. La certification	24
2. Les facteurs humains dans la gestion de projet	25
2.1. Introduction: l'importance des facteurs humains dans la gestion de projet	25
2.1.1. Une définition	26
2.2. La spécificité des facteurs humains en gestion de projet	27
2.2.1. Le travail en équipe	27
2.2.2. Motivation	28
2.2.3. Un autre style de direction	31
2.2.4. L'importance de la communication	33
2.2.5. Un nouveau type d'équipe: Empowered Team	34
2.2.6. Les conflits dans les équipes de projet	35
2.2.7. Conflits et formes d'organisation	37
2.2.8. Le chef de projet face aux conflits	37
2.2.9. Modes de résolution des conflits	38
2.3. Quels sont les facteurs humains qui font le succès des équipes de projet ?	39
2.3.1. Corrélation entre facteurs humains et succès	39
2.3.2. Corrélation entre le chef de projet et le succès	42
2.4. Quels sont les facteurs qui peuvent être influencés par le chef de projet ?	43
2.4.1. La mini-culture de projet	43
2.4.2. Les chefs de projet et les facteurs humains	44
2.4.3. Les autres facteurs qui influencent le succès des projets	45
3. Les simulateurs de formation	47
3.1. La formation sur simulateur	47
3.1.1. Historique des simulateurs	47
3.1.2. Modifier et tester un modèle mental	49
3.1.3. Theory of actions (Argyris)	49
3.2. Les simulateurs existants	50
3.2.1. Les simulateurs de gestion de projet non informatisés	50
3.2.2. JAC - Jeu d'aventure et de conduite de projet	50
3.2.3. Le simulateur de direction d'équipe de SMG	50

3.2.4. Le simulateur de Project Mentor	51
3.2.5. Le simulateur CEPMG	51
3.2.6. Le simulateur APS	52
3.2.7. Le simulateur SESAM	52
3.2.8. Autres simulateurs	53
3.3. Les enseignements des simulateurs actuels	53
3.3.1. Travailler en groupe	53
3.3.2. Compétition	53
3.3.3. Complexité	53
3.3.4. Informations	54
3.3.5. Aspects ludiques	54
4. Analyse qualitative des facteurs humains	55
4.1. Démarche	55
4.2. Construction du questionnaire	56
4.2.1. Données générales sur le projet	56
4.2.2. Les questions ouvertes	57
4.3. Choix public-cible. Adresses	57
4.3.1. Limitation à la Suisse romande	57
4.3.2. Comment atteindre le public-cible ?	57
4.4. Questionnaire pilote	58
4.4.1. Distribution	58
4.4.2. Résultats du questionnaire pilote	58
4.5. Questionnaire définitif	59
4.5.1. Envoi	59
4.5.2. Taux de réponses	59
4.6. Analyse des résultats	59
4.6.1. Données générales sur le projet	59
4.6.2. Qualité des réponses	60
4.6.3. La démarche de l'analyse	61
4.6.4. Analyse des "Éléments ayant contribué au succès du projet"	62
4.6.5. Analyse des problèmes	69
4.6.6. Analyse des mesures	74
4.6.7. Regroupement des différentes catégories	78
4.7. Tris croisés des facteurs humains	79
4.7.1. Mesures et éléments de succès	79
4.7.2. Mesures et problèmes	82
4.7.3. Causes et problèmes	84
4.7.4. Mesures et facteurs humains	86
5. Quantification des facteurs humains	89
5.1. Démarche	89
5.1.1. Détermination des paramètres de simulation	90
5.1.2. Les quantifications trouvées dans la littérature	91
5.1.3. Quantifier les relations qui ressortent de la première enquête	92
5.1.4. Formulation des mesures	95
5.1.5. Formulation des facteurs affectés	96
5.1.6. Questions pour quantifier l'effet sur le projet	96
5.1.7. Questions pour quantifier l'effet sur les facteurs humains	97
5.1.8. Formulation des questions sur les effets réciproques	97
5.2. Choix du public-cible.	100

5.2.1. Taille de l'échantillon.....	100
5.2.2. Public-cible: chefs de projet et membres de l'équipe.....	100
5.3. Questionnaire pilote.....	100
5.4. Envoi.....	101
5.4.1. Méthode pour trouver les adresses	101
5.4.2. Taux de retour.....	103
5.5. Analyse des résultats.....	103
5.5.1. Distribution des réponses.....	104
5.5.2. Analyse des moyennes.....	105
5.5.3. Analyse des corrélations.....	108
5.5.4. Régression partielle par rapport au succès.....	111
5.5.5. Différences entre régions linguistiques.....	114
5.5.6. Différences entre les fonctions (chef de projet versus membre de l'équipe).....	117
5.5.7. Transformation des résultats.....	119
5.6. Forme des effets.....	121
5.6.1. Enquête sur la forme et la durée des effets	121
5.6.2. Effets asymétriques.....	124
6. L'élaboration du modèle.....	125
6.1. La modélisation	125
6.1.1. Processus de modélisation	125
6.1.2. Les buts de la modélisation.....	127
6.1.3. Le processus d'apprentissage avec un modèle.....	129
6.1.4. Exactitude des paramètres du modèle.....	131
6.2. Le modèle systémique	131
6.2.1. La théorie des modèles systémiques (System Dynamics).....	131
6.2.2. Approches systémiques en gestion de projet	132
6.3. Le modèle pédagogique.....	134
6.3.1. Impératifs pédagogiques.....	134
6.3.2. Nécessité d'un autre modèle.....	136
6.4. La construction du modèle détaillé.....	140
6.4.1. Simulation pseudo-continue ou événementielle	140
6.4.2. Définition du temps	141
6.4.3. Les événements.....	143
6.4.4. Les acteurs du modèle	143
6.4.5. Modélisation des collaborateurs du projet.....	145
6.4.6. Modélisation de l'équipe	146
6.4.7. Modélisation de l'organisation	147
6.4.8. Modélisation du client	147
6.4.9. Modélisation du projet.....	148
6.4.10. Effet des facteurs humains sur le projet.....	148
6.4.11. Validation du modèle.....	150
7. La construction du simulateur	151
7.1. Principes pour la construction du simulateur	151
7.1.1. Intégrer les aspects techniques et les facteurs humains	151
7.1.2. Présenter une interface intuitive	152
7.1.3. Montrer les facteurs humains pertinents.....	153
7.1.4. Afficher constamment le résultat.....	153
7.1.5. Offrir un grand choix d'actions possibles.....	153
7.1.6. Offrir beaucoup d'informations.....	153

7.2. Séparation entre moteur et scénarios	154
7.2.1. Les composants d'un scénario	154
7.2.2. Le générateur de scénario	156
7.3. Choix de l'environnement de développement	158
7.4. Implantation informatique	159
7.4.1. La maquette sous Hypercard	159
7.4.2. Le simulateur sous MacroMind Director	160
7.4.3. Le moteur de simulation	161
7.4.4. L'interface utilisateur	163
7.4.5. La lecture et la vérification des scénarios	166
7.5. Déroulement d'une simulation	166
7.5.1. Attribution des rôles	166
7.5.2. Situation de départ	167
7.5.3. Trois périodes de simulation	168
7.6. Les interactions prévues	169
7.6.1. Constituer l'équipe	169
7.6.2. Affecter les ressources aux tâches	169
7.6.3. Piloter la qualité	169
7.6.4. Gérer les meetings, les discussions	170
7.6.5. Réagir aux événements, décider	170
7.7. Composante explicative	172
7.7.1. Rôle d'une composante explicative	172
7.7.2. Help on-line opérationnel	174
8. Expériences et bilan	175
8.1. Utilisation du simulateur	175
8.1.1. Cadre de l'utilisation, public	175
8.1.2. Déroulement	176
8.1.3. Mesure de l'efficacité	176
8.1.4. Premiers enseignements	178
8.1.5. Les erreurs les plus fréquentes	181
8.2. Enquête auprès des utilisateurs	181
8.2.1. Questionnaire fermé	181
8.2.2. Questionnaire ouvert	183
8.2.3. Expériences avec la version complète	187
8.3. Bilan	191
8.3.1. Résumé des apports de ce travail	191
8.3.2. Questions ouvertes	191
8.3.3. Perspectives de recherche sur les facteurs humains	192
8.3.4. Perspectives pour la simulation	192
8.3.5. Conclusions	194
9. Bibliographie	195
10. Annexes	209

Nous nous égarons lorsque la
ligne droite, qui s'empresse
devant nous, devient le sol
sur lequel nous marchons.

René Char

1. Cadre et but de ce travail

Dans ce chapitre, nous allons délimiter le cadre dans lequel s'inscrit ce travail, indiquer quelles sont les limites de notre recherche. Ensuite, nous définirons l'objet que nous étudions: la gestion de projet, et plus particulièrement la formation des chefs de projet.

Les facteurs humains dans la gestion de projet feront l'objet du chapitre 2.

1.1. Délimitation du cadre

1.1.1. But de ce travail

Ce travail poursuit un but double: nous voulons en premier lieu créer un modèle des facteurs humains dans la gestion de projet, et en second lieu intégrer ce modèle dans un simulateur de formation pour les chefs de projet.

Le premier but - la création d'un modèle - implique plusieurs étapes: l'étude des facteurs humains qui jouent un rôle pertinent dans la gestion de projet, la délimitation des facteurs que nous voulons intégrer dans le modèle, la définition des acteurs du modèle, la définition des interactions réciproques des acteurs et des facteurs humains dans le modèle, la quantification de ces interactions, enfin la réalisation de ce modèle sous forme informatique.

Le second but - l'intégration de ce modèle dans un simulateur de formation - se compose des étapes suivantes: conception et réalisation d'un simulateur de formation pour

chefs de projet; intégration du modèle informatisé décrit ci-dessus, en liant les aspects organisationnels du projet avec les facteurs humains et en liant les facteurs humains avec l'avancement du travail et du projet; enfin validation du simulateur lors de son utilisation dans la pratique.

Notre objectif final est donc pédagogique, et il s'inscrit dans une activité de formation de chefs de projet que nous poursuivons depuis plusieurs années.

1.1.2. Différences par rapport à d'autres approches

Les modèles des facteurs humains qui ont été élaborés à ce jour essayaient de comprendre les interactions entre motivation, motivateurs et productivité. Ces modèles (voir entre autres [Lawler 1970]) n'ont pas été informatisés.

La spécificité de notre approche, en ce qui concerne la modélisation, consiste dans les éléments suivants:

- ♦ nous étudions les facteurs humains dans un cadre particulier, celui de la gestion de projet;
- ♦ notre modèle inclut un nombre élevé de facteurs (plus de vingt);
- ♦ la définition des facteurs humains retenus pour le modèle se base sur une enquête qualitative auprès de 100 chefs de projet;
- ♦ la quantification des interactions du modèle se base sur un enquête quantitative auprès de 700 chefs de projet;
- ♦ notre modèle est informatisé.

La spécificité du simulateur de formation consiste en:

- ♦ l'intégration du modèle informatisé des facteurs humains dans le simulateur,
- ♦ la simulation des interdépendances entre facteurs humains et aspects techniques et organisationnels, en particulier l'avancement du projet,
- ♦ la flexibilité du projet modélisé dans le simulateur grâce à l'utilisation de scénarios de projet externes au simulateur.

Au niveau de l'exactitude de la modélisation, il est important de souligner que notre objectif n'était pas de créer un modèle aussi **exact** que possible, mais de créer un modèle **plausible**, susceptible d'être utilisé dans la formation.

1.1.3. Simulation centrée sur l'équipe

Les facteurs humains sont certes importants tout au long du projet. Toutefois, les acteurs changent aux cours du projet. Au début, durant les phases d'analyse du problème, de définition des objectifs et de pré-étude, les acteurs principaux sont les mandants du projet, d'une part, la direction du projet, d'autre part (nous reviendrons plus en détail sur ces concepts en page 12). Par la suite, nous appellerons - par commodité - ce début de projet la "phase amont".

Cette phase amont est cruciale pour le succès du projet: toute erreur dans l'analyse des besoins et des problèmes aura des conséquences majeures. De même, la fixation des objectifs conditionne largement le succès ou l'échec des projets.

Dans la suite du déroulement, lors de l'étude détaillée, de la planification et de la réalisation, les acteurs principaux changent: le chef de projet et son équipe jouent ici un rôle prééminent. Les autres acteurs n'ont pas disparu, mais leur rôle est devenu moins important. Shapira a ainsi montré que le degré d'implication du client diminuait fortement au cours de la phase de la planification, passant d'un facteur 3.5 en début de phase à un facteur 1.2 en fin de phase [Shapira 1994].

Pour notre travail, nous nous limiterons aux phases du projet dans lesquelles l'équipe et le chef de projet jouent un rôle central: c'est là que les facteurs humains sont particulièrement intéressants à étudier, c'est là aussi que leur modélisation est la plus simple. C'est également dans cette phase que le chef de projet peut influencer le mieux l'évolution des facteurs humains et du projet dans son ensemble.

Une modélisation des facteurs humains dans la phase amont serait beaucoup plus complexe car ici les facteurs humains sont beaucoup plus liés à des individus particuliers, et non à des personnes travaillant dans un collectif. La modélisation devrait donc intégrer quantité de spécificités individuelles.

De plus, dans la phase amont, la destinée du projet peut être influencée par de nombreuses personnes, avec lesquelles le chef de projet n'a parfois que très peu de contact (donc une influence très réduite). Enfin, dans cette phase, les facteurs déterminants de l'évolution du projet sont bien plus des facteurs "politiques" que des facteurs humains.

1.2. La gestion de projet

1.2.1. Définition de la gestion de projet

Avant de définir la gestion de projet, commençons par définir un projet. Reprenons l'excellente définition de l'AFITEP (Association Française des Ingénieurs et Techniciens d'Estimation, de Planification et de Projets):

Un projet se définit comme une action spécifique, qui permet de structurer méthodiquement une réalité à venir. Un projet est défini et mis en œuvre pour élaborer la réponse au besoin d'un utilisateur, d'un client ou d'une clientèle et il implique un objectif et des actions à entreprendre avec des ressources données. [AFITEP 1991].

Un projet est une réponse apportée à une demande élaborée pour satisfaire au besoin d'un maître d'ouvrage, et il implique

- ◆ un objectif physique ou intellectuel
- ◆ des actions à entreprendre avec des ressources données.

Un projet est caractérisé par:

- ♦ la satisfaction d'un besoin spécifique et particulier
- ♦ un objectif autonome, en ce sens qu'il a un début et une fin
- ♦ généralement, une novation, du moins partielle.

Un projet présente le plus souvent une grande complexité, et fait intervenir des disciplines multiples, étrangères les unes aux autres, dont il faut coordonner les activités parfois contradictoires.

Comme le relèvent Gupta et Taube, la gestion de projet n'est pas seulement une technique: "Project Management is not merely a technique (often confused with PERT or CPM; rather, it is an idea, a concept and a philosophy" [Gupta 1985].

Au niveau des termes utilisés, on rencontre dans les pays francophones les termes suivants:

- ♦ Gestion de projet
- ♦ Direction de projet
- ♦ Management de projet

La norme X50-105 de l'AFNOR considère que le management de projet comporte deux fonctions bien distinctes: la direction de projet et la gestion de projet. La **gestion de projet** se situe au niveau inférieur: elle concerne le niveau opérationnel du projet, et s'occupe de l'organisation pratique du projet, de la coordination des intervenants, du pilotage, des rapports. La **direction de projet** est un terme employé davantage en France, et qui recouvre la partie plutôt stratégique des projets, le directeur de projet étant responsable de la définition des objectifs, des délais et des budgets. Pour les Français, le **management de projet** est un concept global qui regroupe direction et gestion (voir la Figure 1).

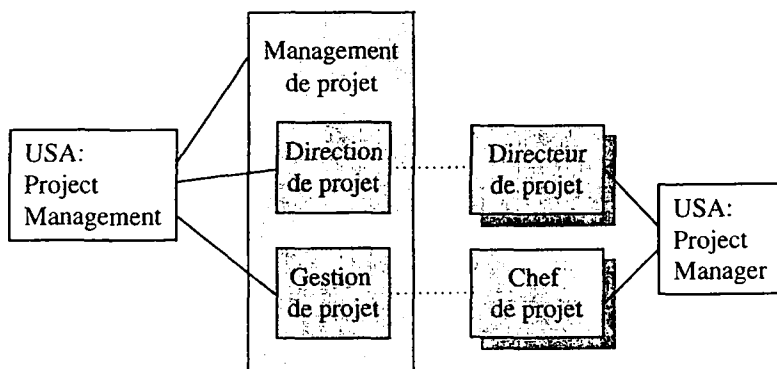


Figure 1: Les termes du management de projet en France et aux USA

En Suisse, les trois concepts sont souvent utilisés indifféremment. Dans les pays anglophones, il n'existe qu'un seul terme: Project Management. En Allemagne, on utilise indifféremment les termes de Projektmanagement et de Projektleitung.

Au sens strict du terme, notre travail se situe dans le cadre de la gestion de projet - puisque nous ne tenons pas compte de la phase amont. Dans la suite de ce texte, nous utiliserons donc le terme de gestion de projet.

Un quatrième terme se rencontre de plus en plus: le management **par** projet (voir Figure 2). C'est un terme qui désigne un concept de direction d'entreprise. Dans une entreprise où les projets représentent une portion non négligeable de l'activité, la Direction Générale ne peut se contenter de diriger uniquement au travers des départements fonctionnels. Elle doit également pouvoir intervenir au niveau des projets, que ce soit directement, ou que ce soit au travers d'une structure intermédiaire. Trois types d'organisation existent (voir également à ce sujet [Sasse 1992], [Gareis 1992], [Muller 1995], [Bowe 1996]):

- ♦ Le département "Projet" - un département qui regroupe tous les chefs de projet, et qui peut être structuré en fonction des différents types de projets que fait l'entreprise.
- ♦ L'introduction d'une nouvelle fonction, le "Program Manager", dont la fonction première est de coordonner plusieurs projets de même type. Les Program Manager sont souvent en état-major.
- ♦ L'introduction d'une cellule de contrôle de projet, dont la fonction est de centraliser les informations relatives aux projets et de préparer les informations à transmettre à la DG.

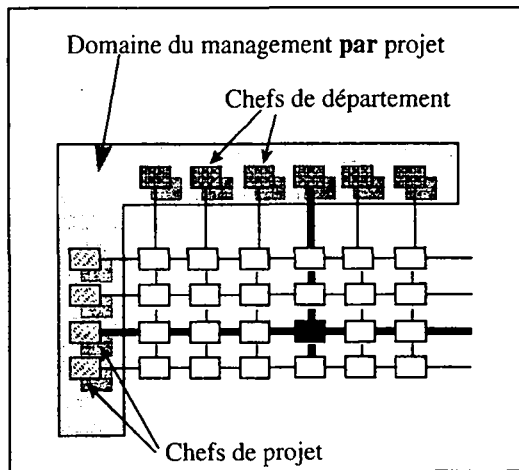


Figure 2: Le management par projet (dans une structure matricielle)

Une clarification s'impose également en ce qui concerne les termes qui définissent la fonction. Ici également, les Français font des distinctions entre le "directeur de projet" - qui s'occupe de la direction de projet, et le "chef de projet" (appelé également parfois "contrôleur de projet") - qui s'occupe de gestion de projet, alors que dans les pays an-

glophones on utilise indifféremment "Project Manager" pour ces deux fonctions. Le terme de "Project Leader" ou de "Project Controller" est utilisé parfois pour décrire l'aspect plus opérationnel (mais sans que l'usage soit unifié: Fitzsimons utilise le terme de 'Project Director' pour désigner le chef de projet, et le terme de 'Project Manager' pour désigner le directeur de projet [Fitzsimons 1990]). En allemand, il existe un seul terme: "Projektleiter". Le concept de "Oberprojektleiter" ou de "Gesamtprojektleiter" correspond au chef d'un grand projet qui est divisé en plusieurs sous-projets.

En ce qui nous concerne, nous allons utiliser le terme de "chef de projet".

1.2.2. Les composantes principales de la gestion de projet

Dans ce paragraphe, nous allons examiner brièvement trois composantes principales de la gestion de projet:

- ◆ la division du projet en phases
- ◆ les formes organisationnelles
- ◆ les techniques et outils de la gestion de projet

Comme nous l'avons déjà mentionné, un projet se découpe en un certain nombre de phases - dont le nombre varie en fonction du domaine d'activité. Cette division permet une structuration du projet, et permet également l'introduction de jalons, de points de décision de l'instance supérieure. Ces points de décision sont généralement l'occasion, pour le chef de projet, de fournir des documents précis sur l'avancement du projet. Le mandant ou l'organisation-mère peut décider, sur la base de ces documents, de continuer le projet, d'en modifier l'orientation ou, le cas échéant, de le stopper.

Le PMBOK (Project Management Body Of Knowledge), qui fait autorité en la matière, divise un projet en quatre phases: conception, planification, exécution et clôture. La figure ci-dessous montre ces quatre phases, ainsi que le niveau de l'effort et les activités typiques qui ont lieu durant chacune des phases [Adams 1988].

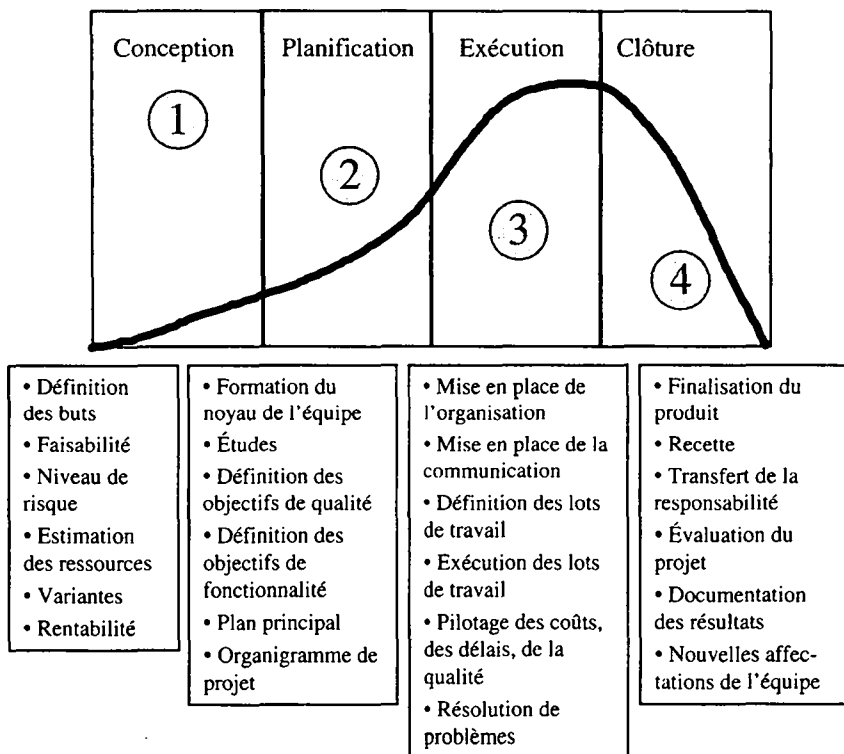


Figure 3: Les phases principales d'un projet et les activités typiques de chaque phase

Notre travail étudiera donc les facteurs humains durant les phases 2, 3 et 4 du projet.

Formes organisationnelles

Un second aspect important de la gestion de projet concerne les formes d'organisation dans lesquelles se déroule le projet. On distingue en général trois formes d'organisation des projets:

- ◆ **Organisation fonctionnelle:** le chef de projet est le centre des communications, mais il n'a aucune autorité directe sur les collaborateurs: il doit les persuader, ou passer par leur supérieur. Il a plutôt la fonction de coordonnateur, souvent en état-major.
- ◆ **Organisation matricielle:** le chef de projet est le centre de direction et de contrôle. Il peut avoir quelques collaborateurs en ligne sous son autorité, les autres collaborateurs restant administrativement rattachés à d'autres départements.

- ♦ Organisation de projet: presque tous les collaborateurs participant au projet sont sous l'autorité du chef de projet.

La forme matricielle est la forme la plus répandue aujourd'hui, car elle offre des avantages incontestables en termes de flexibilité, de possibilité de réunir les expertises nécessaires, de communication, de continuité pour les collaborateurs, de minimalisation des efforts faits à double. L'organisation matricielle a toutefois des désavantages non négligeables: une structure compliquée, un potentiel de conflit important entre les exigences de la ligne et les exigences du projet (voir à ce sujet [Stuckenbruck 1989], [Melanson 1993], [Branch 1982], [Worley 1993], [Turner 1993]).

L'organisation de projet se rencontre dans les projets à long terme, ou parfois également dans les équipes de développement. Ses avantages principaux résident dans la disponibilité des collaborateurs, ce qui réduit notablement le potentiel de conflit. Aujourd'hui, certaines entreprises cherchent à combiner les avantages de deux types d'organisation, en optant pour une organisation de type matriciel, mais avec comme composante principale de l'équipe de projet un *team* préexistant, avec son chef de groupe.

Les outils de la gestion de projet

Un certain nombre de techniques propres à la gestion de projet ont été développées, principalement dans le but de faciliter le travail de planification et de pilotage des projets. Ces techniques ont été développées surtout à la fin des années 50 et au début des années 60. Les plus importantes d'entre elles sont:

- ♦ les plans en réseau (appelés en France méthode "potentiel tâches" ou méthode "potentiel étapes"),
- ♦ la méthode du chemin critique (CPM), permettant entre autres l'optimisation de la durée par rapport au coût,
- ♦ la méthode PERT (Project Evaluation and Review Technique), une approche probabiliste pour mieux estimer la durée de chaque tâche sur la base de distribution beta,
- ♦ les diagrammes de Gantt (quoique plus anciens, ils sont très utilisés dans la gestion de projet),
- ♦ la technique d'organigramme de projet (WBS, OBS et CBS: Work Breakdown Structure, Organization Breakdown Structure, Cost Breakdown Structure),
- ♦ les techniques d'estimation,
- ♦ les méthodes d'analyse et de gestion des risques.

Toutes ces techniques ont été intégrées dans des outils informatiques, appelés "logiciels de gestion de projet", qui se sont répandus très vite avec la prolifération des ordinateurs de table performants. Nous ne parlerons de ces techniques et de ces outils que dans la mesure où leur utilisation affecte les facteurs humains.

1.2.3. L'évolution de la gestion de projet

La gestion de projet a évolué très rapidement au cours des deux dernières décennies. Giard distingue trois étapes correspondant à trois types de projets différents:

Au début, la gestion de projet n'était utilisée que pour les "grands" projets mobilisant toutes les ressources de l'entreprise pour la réalisation d'un projet de production exécuté sur une assez longue période (exemples: systèmes d'armes, tunnel sous la Manche). Ensuite, la gestion de projet a été utilisée pour les projets constitués d'activités de gestion non répétitives, correspondant à un enjeu technico-économique important pour l'entreprise (exemples: lancement d'un produit nouveau, création d'usine). Enfin, la gestion de projet est utilisée maintenant dans des industries de production de masse pour raccourcir de manière importante le temps de développement des produits [Giard 1991].

Après avoir gagné le secteur informatique, la gestion de projet s'est imposée rapidement dans tout le domaine de la recherche et du développement. Elle est devenue un instrument privilégié de la gestion des entreprises et des collaborateurs, dans tous les domaines d'activité: des banques aux assurances, et passant par les administrations, le domaine de la santé, la gestion de projet s'impose comme le mode de gestion du changement, comme le mode de gestion dans un monde changeant. "The 1990s will probably be remembered as the decade in which companies, for various reasons, looked at conducting the company's business through cross functional teams to improve the company's productivity and ability to compete internationally (...) This method of management is called the Project Management Method" [Johns 1995].

Cette extension devrait continuer: "The role of project management in the organizational environment of the future is indisputably increasing, and trends are developing throughout the world that embed project management techniques, tools and methodologies in increasing proportions" [Brunner 1990].

Et la demande de chefs de projet devrait elle aussi augmenter: "By the year 2000 our high technology manufacturing industries (...) will have an enormous demand for qualified, experienced project management practitioners. Perhaps by then project management will be superseded by another term more descriptive of the integrative management skills and systems that are involved" [Wirth 1990₂].

Les raisons de cette extension très rapide de la gestion de projet sont multiples:

- ◆ En premier lieu, la gestion de projet est un instrument sans pareil pour réduire la durée des nouveaux développements - et la diminution des temps (time to market) devient un avantage concurrentiel décisif. De nombreuses entreprises ont réussi, avec la gestion de projet, à diminuer la durée de leurs projets de moitié, si ce n'est plus.
- ◆ Ensuite, le développement de nouveaux produits exige de plus en plus une collaboration étroite de plusieurs départements d'une entreprise, l'appel à de nombreux sous-traitants. La coordination de ces nombreux acteurs exige des

techniques et des méthodes que seule la gestion de projet peut offrir aujourd'hui.

- ♦ Enfin, la certification des entreprises (ISO 9000), qui s'est développée très rapidement ces dernières années, implique la mise sur pied d'un déroulement projet parfaitement défini.

Cette évolution conduit à de nouveaux problèmes: alors que la gestion de projet classique s'intéressait à la gestion d'un seul projet, la préoccupation actuelle concerne plutôt le multiprojet, la gestion simultanée de plusieurs projets qui utilisent les mêmes ressources.

Au niveau de la direction des entreprises, cela implique la gestion d'un portefeuille de projets, avec les problèmes nouveaux que cela amène, au niveau des priorités, des ressources, de l'évaluation des risques, etc.

L'un des effets les plus manifestes de cette évolution réside dans la demande très forte de formation pour les chefs de projet - et c'est dans cette perspective de formation que s'inscrit le travail présent.

1.3. La formation des chefs de projet

1.3.1. La spécificité de la formation des chefs de projet

La première spécificité dans la formation des chefs de projet, c'est la forme: la grande majorité des formations en gestion de projet se donne sous forme de cours de perfectionnement pour des gens qui travaillent dans l'industrie et les services. "Although some universities provide project management education through degree programs, the major providers are the applications-oriented training or consulting organizations" [Loo 1990].

En Suisse, ces cours sont donnés sous forme de modules dans des cours postgrades par les Écoles d'Ingénieurs ou les Écoles Polytechniques, et également par de nombreux instituts de formation privés ou partiellement subventionnés. La durée de ces cours va d'une journée à plus de 50 jours. Une enquête sur la formation dans 600 entreprises aux USA montre une tendance très nette vers des formations de plus en plus courtes [Loo 1990].

En formation de 2e cycle, la gestion de projet a longtemps été l'apanage des ingénieurs civils. Depuis quelque temps, elle fait son apparition également dans la formation des informaticiens. Les thèmes traités en 2e cycle se limitent habituellement aux aspects techniques de la gestion de projet (techniques de planification, plans en réseau, diagrammes de Gantt, optimisation des coûts, etc.). Pour Wirth, les déficiences principales de la formation en 2e cycle sont les suivantes:

- ♦ L'enseignement s'adresse à des étudiants inexpérimentés, ne connaissant pas l'environnement de projet qui leur permettrait de tirer profit d'une telle formation.
- ♦ L'accent porte sur la "science" de la gestion de projet, et non sur l'art de la gestion de projet.

- ◆ L'environnement qui permettrait de comprendre la nécessité d'une telle formation n'existe pas [Wirth 1990₂].

La seconde spécificité de la formation de chef de projet est la prédominance de son aspect comportemental. Apprendre à diriger des projets, c'est apprendre à diriger des gens.

Diriger un projet est souvent considéré aujourd'hui comme une "école de cadre": si un collaborateur dirige bien un ou plusieurs petits projets, il accèdera à la fonction de chef de groupe. Par conséquent, le chef de projet risque fort de devoir diriger une équipe sans avoir aucune expérience de management (aux USA, on emploie souvent l'expression: "I'm an accidental project manager"). Dans nos séminaires de gestion de projet, nous avons souvent, dans les participants, des personnes qui ont déjà dirigé des projets, mais n'avaient pas reçu, au préalable, de formation correspondante.

En 1971 déjà, Gordon Davis écrivait dans le journal "Project Management Quarterly": "How many PMI members are involved in project management because they prepared themselves in college or elsewhere for this profession? No surveys have been made on this question, but the answer is almost certainly very nearly zero". Et cet article a été repris intégralement, en 1994, dans le journal PMNetwork - pour montrer que les choses avaient fort peu évolué depuis [Davis 1994].

Après une enquête auprès de 1667 membres d'équipe de projet et de chefs de projet, Tippet et Peters concluent: "With regards to project management training, survey results indicated that the majority of project managers assumed their roles without ever receiving any formal project management training. Furthermore, only about half of the respondents indicated that their project managers had **any** type of management training prior to taking on their management responsibilities" [Tippett 1995].

Seule exception: dans les grands projets, le chef de projet a presque toujours une expérience de management, une expérience de direction. Mais les grands projets sont rares, et les petits sont légion.

Le profil du chef de projet

Profil typique: technicien ou un ingénieur, spécialiste dans son domaine, ayant peu ou pas d'expérience de direction des collaborateurs. Nous ne disposons pas ici de chiffres exacts, mais plus de 90% des chefs de projet qui suivent nos cours de formation en gestion de projet proviennent de professions techniques. Très peu de femmes (1.6% des chefs de projet sont des femmes, voir page 102).

Les traits marquants du technicien et de l'ingénieur sont les suivants:

- ◆ peu émotif,
- ◆ préfère les choses aux gens,
- ◆ a des intérêts techniques étroits.

Ces résultats sont corroborés par les résultats des tests MBTI (Myers-Briggs Type Indicator) effectués sur une population de 60'000 personnes. Ces tests montrent chez les ingénieurs une prédominance marquée du type T (Thinking, 64%) par rapport au type F (Feeling, 36%) [Hill 1988].

Pour Ackermann, le savoir des techniciens est fragmenté, comprend des barrières entre théorie, pratique et activités non-professionnelles [Ackermann 1963].

Ceci conduit à des problèmes typiques lorsque l'ingénieur ou le technicien dirige un projet:

- ♦ difficulté de traiter avec les gens;
- ♦ tendance à remettre les décisions à plus tard;
- ♦ peur d'avoir tort;
- ♦ tendance à garder son identité d'ingénieur au lieu de celle de manager;
- ♦ privilégie le court terme au long terme;
- ♦ comportement orienté vers la tâche.
- ♦ plus préoccupé par l'aspect technique que par les coûts, les délais ou les gens.

Ces éléments ont été mis en lumière par une enquête menée par Anderson auprès de 400 entreprises aux USA [Anderson 1991]. Les personnes questionnées devaient estimer l'expertise des chefs de projet dans plusieurs domaines. La table ci-dessous montre les résultats, très significatifs:

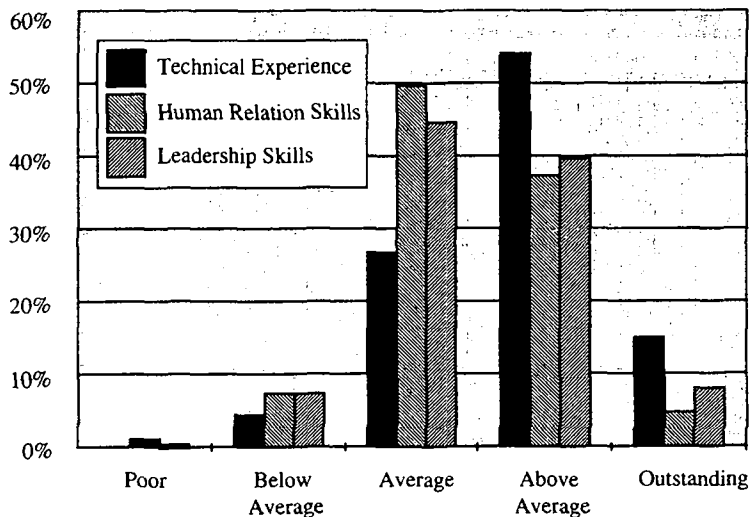


Figure 4: L'expertise des chefs de projet

Ces résultats nous montrent que l'expertise technique des chefs de projet est indiscutable: 55% sont au-dessus de la moyenne, 15% sont excellents. Par contre, en ce qui concerne l'expertise au niveau des relations humaines, l'image est inversée: seuls 37% sont au-dessus de la moyenne, et 4% excellents.

Ces lacunes manifestes dans le domaine des relations humaines expliquent pourquoi les formations de chef de projet mettent l'accent sur les aspects comportementaux. C'est là que réside la seconde spécificité de la formation des chefs de projet, et ceci explique également pourquoi la formation en gestion de projet ne se fait pas en 2e cy-

cle: les contenus à transmettre - de nature comportementale - se prêtent mal à une formation de type cours magistraux.

1.3.2. Les contenus de la formation en gestion de projet

La formation en gestion de projet n'a pas encore fait l'objet d'une standardisation en Suisse. Par contre, aux USA, le PMI (Project Management Institute), qui est un organisme privé regroupant les professionnels du management de projet, a développé un curriculum pour la formation des chefs de projet: le PMBOK (Project Management Body Of Knowledge). L'association anglaise de Management de Projet, l'APM (The Association of Project Managers UK), a également élaboré un PMBOK.

Ces curriculums accordent une place très importante aux aspects techniques. Remarquons toutefois que ces curriculums servent de base aux examens de certification (voir page 24), et qu'il est bien sûr plus facile de mesurer les connaissances techniques que les compétences sociales...

Dans une enquête menée auprès de 160 chefs de projet, Thamhain a cherché à déterminer quelles étaient les compétences que devait posséder un chef de projet [Thamhain 91]. Il les classe en trois catégories: compétences techniques, compétences administratives, compétences interpersonnelles.

La figure ci-dessous montre la liste de ces compétences:

Compétences techniques	Compétences administratives	Compétences interpersonnelles
<ul style="list-style-type: none"> • Gérer la technologie • Comprendre la technologie et les trends • Comprendre le marché • Communiquer avec le personnel technique • Promouvoir un environnement innovatif • Unifier l'équipe technique • Aider à la résolution de problèmes • Faciliter le trade-off • Avoir une perspective système • Intégrer les objectifs techniques, commerciaux et humains • Comprendre les outils et les méthodes de développement 	<ul style="list-style-type: none"> • Planifier et organiser les projets • Savoir attirer et garder les gens qualifiés • Estimer et négocier les ressources • Travailler avec d'autres organisations • Mesurer le progrès et la performance • Planifier des activités multidisciplinaires • Comprendre les procédures de l'organisation • Savoir déléguer • Bien communiquer • Minimaliser les changements 	<ul style="list-style-type: none"> • Savoir diriger dans un environnement non structuré • Diriger de manière claire • Définir des objectifs clairs • Comprendre l'organisation • Motiver les collaborateurs • Gérer les conflits • Comprendre les besoins professionnels • Créer un engagement de chacun • Bien communiquer • Aider à résoudre les problèmes • Faciliter la décision en groupe • Créer des équipes multidisciplinaires • Gagner le soutien du management • Etre dirigé vers l'action

Figure 5: Inventaire des compétences du chef de projet

Cette liste met en évidence les compétences nombreuses et variées exigées du chef de projet. Elle montre aussi l'importance des facteurs humains, même dans les compétences techniques: "Communiquer avec le personnel technique", "Unifier l'équipe technique" sont loin d'être des tâches purement techniques...

Pour Dingle, qui reprend les trois mêmes catégories, les compétences interpersonnelles sont plus importantes que les compétences administratives, et ces dernières plus importantes que les compétences techniques [Dingle 1990].

Dinsmore pense que le chef de projet doit tout simplement maîtriser les quatre fonctions de management qu'avait énoncées - en 1916 déjà - l'économiste français Henri Fayol: planifier, organiser, coordonner, contrôler. Dinsmore décline le rôle du chef de projet en plusieurs variations, en fonction du type de projet: activateur de projet (en état-major), coordinateur de projet, chef de projet matriciel, chef de projet d'une task-force [Dinsmore 1990].

Storeygard a créé un modèle des compétences du chef de projet, comprenant 140 compétences mesurables, et qui a servi à la définition de la formation des chefs de projet. [Storeygard 1995]. Ce modèle est basé sur des interviews faites avec les meilleurs chefs de projet de l'entreprise (3M).

Les qualifications requises dans la formation en gestion de projet vont aller vers une diversification de plus en plus grande. "In the last ten years, we have been witnessing a gradual but inexorable differentiation across project management specialties, as the use of project management is rapidly spreading to all kinds of human endeavors. We know that there will be enormous differences in job requirements (...)" [Wirth 1990₂].

D'autre part, la formation en gestion de projet s'étend en ce qui concerne le public visé. Souvent, la formation inclut les supérieurs des chefs de projet - mais elle s'étend également vers le bas: de plus en plus d'entreprises donnent une formation minimale en gestion de projet également aux membres des équipes de projet [Shirley 1988].

1.3.3. L'EAO en gestion de projet

Aux cours de ces dernières années, plusieurs logiciels d'EAO (Enseignement Assisté par Ordinateur) dédiés à la gestion de projet ont vu le jour. La plupart d'entre eux sont de qualité médiocre, et leur contenu ne comprend en général que les concepts techniques de la gestion de projet (diagramme de Gantt, plan en réseau, etc.).

Certains EAO sont toutefois intéressants, notamment ceux qui font appel aux techniques d'intelligence artificielle. Partant de la constatation que le simple transfert du savoir ne comprend pas de "recette" permettant de mener un projet à coup sûr vers le succès, Hosley a cherché une meilleure voie pour transmettre le savoir contenu dans le PMBOK [Hosley 1989]. Il a tout d'abord imaginé une liste de toutes les décisions que le chef de projet serait amené à prendre au cours du projet. Après avoir consulté des chefs de projet expérimentés, il a établi une liste de 55 questions génériques pour tout projet.

Pour chacune des 55 questions, il définit entre 10 et 25 réponses possibles. Pour chaque réponse, 5 à 10 "facteurs", ayant chacun une cardinalité de 2 à 5, déterminent les

conditions dans lesquelles l'une des réponses serait utilisable. En utilisant un moteur d'inférence, il construit un arbre logique des questions subsidiaires à poser à l'utilisateur pour le guider vers la bonne réponse (système-expert).

Le système fonctionne ensuite de la manière suivante: l'utilisateur qui cherche la réponse correcte à l'une des 55 questions devra donner au système des précisions sur le projet particulier, sa taille, son budget, etc., etc. Sur la base de ces indications, le système-expert choisira la réponse idoine.

Ce mode de faire implique bien sûr que tout projet peut être conçu comme la réponse aux 55 questions, et que les réponses données antérieurement n'influencent pas les réponses aux questions subséquentes. Cette démarche semble intéressante pour des problématiques techniques (par exemple choix du logiciel de gestion de projet approprié). Mais on peut se permettre de douter de la pertinence de cette méthode pour la seule question qui se réfère explicitement aux facteurs humains: "Identify/Correct Leadership Problems"...

Un EAO comportemental

Un logiciel d'EAO axé sur l'apprentissage comportemental a été développé chez Asea, en Suède. Son principe est élégant: de courtes séquences vidéo présentent une situation typique que l'on rencontre dans un projet. Après cette vidéo, l'utilisateur doit choisir, parmi 3 ou 4 options offertes, une manière de résoudre le problème posé dans la vidéo. Après le choix d'une option, le système lui posera des questions complémentaires, pour induire une réflexion. Exemple: "Est-ce que votre décision est congruente avec vos buts généraux? Est-ce que votre décision fera avancer le projet? etc.". Cet EAO est utilisé individuellement, et comporte une trentaine de leçons.

EAO pour la certification

Un EAO intéressant a été développé pour la préparation des candidats à la certification PMP (voir ci-dessous). Cet EAO comprend plus de 300 questions sous forme de QCM, et chaque réponse incorrecte renvoie aux documents (livres) avec indication de chapitre et de page où trouver l'information.

Les simulateurs de formation

Les simulateurs de projet utilisés dans le cadre de la formation sont de deux ordres: les simulateurs ayant un support matériel, d'une part, et les simulateurs informatisés, d'autre part. Les simulateurs informatisés forment une classe à part dans l'EAO. Nous examinerons les simulateurs plus en détail dans le chapitre 3.

1.3.4. La certification

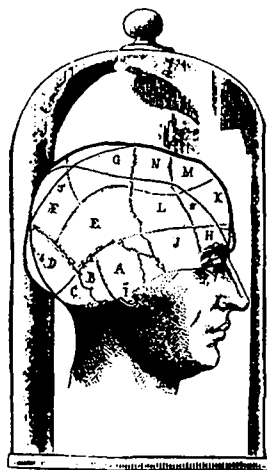
La formation en gestion de projet conduit de plus en plus à une certification. Cette certification est en général faite par les associations nationales de management de projet. Aux USA, la certification PMP (Project Management Professional) est organisée par le Project Management Institute, et enregistre un succès croissant: le nombre de personnes certifiées a passé de 253 personnes en 1991 à 715 en 1993 et à 1800 en 1995. En Suisse, la SPM a repris l'essentiel du PMBOK de l'APM britannique et est en train de l'adapter en allemand: les premières certifications, approuvées par l'OFIAMT, devraient avoir lieu en automne 1996, sous l'égide du "Verein für die Zertifizierung von Projektmanagern (VZPM)". Au niveau fédéral, il existe depuis un an un brevet fédéral de chef de projet informatique, décerné après examen par l'OFIAMT.

L'examen de certification comporte une partie relative aux facteurs humains. Citons un exemple de question d'un examen de certification:

Listening involves more than hearing sounds. The good listener

- a) Repeats some of the things said
- b) Finishes the speaker's sentences
- c) Writes everything down
- d) Nods his head frequently

Comme on le voit dans cet exemple, ce mode d'examen (questionnaire avec choix multiples) permet la mesure des connaissances, mais pas des compétences...



2. Les facteurs humains dans la gestion de projet

Dans ce chapitre, nous essayerons de montrer a) l'importance et b) la spécificité des facteurs humains dans la gestion de projet.

2.1. Introduction: l'importance des facteurs humains dans la gestion de projet

Poser la question de l'importance des facteurs humains peut sembler saugrenu, tant la gestion des ressources humaines est devenue un domaine privilégié de recherche au cours de ces dernières années. Pour ne citer qu'un chiffre: l'analyse scientométrique des articles scientifiques produits dans le domaine de la gestion des ressources humaines a répertorié plus de 30'000 publications pour les années de 1980 à 1990 [Igalens 1993].

Malgré ce déferlement de publications, les facteurs humains en gestion de projet sont restés largement ignorés. Très peu de travaux de recherche ont été conduit en Europe à ce sujet; aux États-Unis, le nombre de travaux de recherche est très modeste également. Smith, qui s'est penché sur le rôle de la motivation dans la gestion de projet, a étudié la base de données Engineering Information des 20 dernières années: le terme de "morale" n'y figure que 188 fois, et encore: comme résultat de changements effectués.

"Morale itself has not apparently been a subject of study during this time" [Smith 1995].

Adams et Barndt font les mêmes constatations: "The field of management, as applied to complex organizations, has been the beneficiary of a growing Body of Knowledge. (...) Little of this general material has reached the project management literature, however, and little specific research has been conducted to identify the specific organizational factors crucial to the project management field" [Adams 1988].

Bassette et Collins remarquent que s'il existe de très nombreuses recherches sur l'influence du comportement du supérieur sur la performance de ses subordonnés, rien n'existe sur la mesure du comportement du chef de projet [Bassette 1990].

Même dans les revues spécialisées, les facteurs humains font figure de parents pauvres. De 1983 à 1987, les articles consacrés à ce sujet ne représentaient que 16% des articles publiés dans le "International Journal of Project Management" - et de 1988 à 1993, ce pourcentage est tombé à 14%.

Au niveau du langage, les facteurs humains ont fait une timide apparition avec le concept de "soft facts" - par opposition aux "hard facts" que sont la technique, les budgets, les délais [Lomnitz 1990].

2.1.1. Une définition

Comment définir précisément les facteurs humains dans les projets ? Une première définition par la négative pourrait être la suivante:

Nous appellerons facteurs humains tous les facteurs affectant le déroulement du projet, à l'exclusion des facteurs de nature technique, juridique, économique ou relevant de la politique d'entreprise, ou encore provenant d'acteurs extérieurs au mandant et au mandataire.

Une définition positive des facteurs humains pourrait être:

Les 'facteurs humains' ressortent de deux catégories: les facteurs humains liés aux individus et ceux liés aux relations entre les individus. La première catégorie regroupe les attitudes, les états d'esprits, les valeurs des acteurs du projet qui se traduisent par un comportement affectant le déroulement du projet; la seconde catégorie regroupe les sentiments, les échanges et les interactions entre les acteurs du projet qui ont un effet pertinent sur le déroulement du projet ou qui se traduisent par des comportements affectant le déroulement du projet.

Cette définition nous amène immédiatement à la question: qui sont les acteurs du projet? Pour nous, les acteurs du projet sont simplement toutes les personnes dont le comportement affecte le déroulement du projet et qui font partie de l'organisation du mandant, du mandataire ou des fournisseurs. Il s'agit notamment:

- ◆ du chef de projet
- ◆ des membres de l'équipe de projet et de leurs supérieurs
- ◆ des autres collaborateurs de l'entreprise
- ◆ du management (c'est-à-dire des supérieurs du chef de projet)

- ◆ des mandants (parfois identiques avec le management, dans le cas de projets internes)
- ◆ du client (parfois identique avec le mandant)
- ◆ des fournisseurs et des sous-traitants

Tous les facteurs humains n'ont pas le même effet sur le succès du projet. Nous verrons ce point plus en détail plus bas (voir page 39). Mais avant cela, nous allons nous pencher sur la spécificité des facteurs humains dans les projets.

2.2. La spécificité des facteurs humains en gestion de projet

L'environnement de projet est souvent très différent de l'environnement traditionnel dans les départements de l'entreprise, et remet en cause des modes de fonctionnement bien ancrés dans les entreprises. Pour Leclerc, la gestion de projet et la coopération de divers départements conduit à minimiser la division explicite du travail, faisant disparaître une notion qui est la clef de voûte de la gestion des ressources humaines: la notion de poste de travail. "La disparition des postes brouille à la fois les représentations des salariés et les repères du gestionnaire de personnel" [Leclerc 1992].

Cette spécificité des projets conduit à des spécificités notables dans les facteurs humains. Nous allons dans les pages qui suivent examiner ces différences.

2.2.1. Le travail en équipe

Pour beaucoup de membres d'une équipe de projet, le travail en équipe est une expérience nouvelle, qu'ils n'avaient pas pratiquée jusqu'alors: dans les départements fonctionnels, le travail est moins souvent fait en équipe. Ceci conduit à un processus d'apprentissage parfois difficile et qui génère des conflits.

Même pour les gens qui travaillent déjà en équipe dans leur département fonctionnel, le travail en équipe de projet est très différent, car les équipes sont inhomogènes, regroupant des spécialistes de disciplines variées et provenant de différents départements. Le concept même d'équipe change de signification: comme le relève Kezsbom, une équipe de projet est davantage qu'un groupe de gens avec un but commun. Une équipe de projet se caractérise par les éléments suivants:

- ◆ une vision, une mission; une raison de travailler ensemble qui permet aux spécialistes de situer leurs contributions réciproques;
- ◆ un sens de l'interdépendance, la reconnaissance de la nécessité des diverses expertises représentées dans l'équipe;
- ◆ l'acceptation des principes de résolution de problème en groupe, de décision en groupe et de comportement consensuel;
- ◆ la responsabilité collective en tant qu'équipe [Kezsbom 1990].

Russell note que l'intégration dans une équipe de projet est particulièrement ardue pour les collaborateurs qui ne travaillent pas à plein temps sur le projet, mais gardent une activité dans leur département fonctionnel. Ces personnes devront avoir deux systèmes de normes différents [Russell 1989].

La diversité des collaborateurs de l'équipe conduit aussi fréquemment à des problèmes de communication au sein de l'équipe.

2.2.2. Motivation

Si l'on admet que la plupart des collaborateurs désirent se développer, et montrer ce dont ils sont capables, l'environnement de projet est un cadre idoine: hors de la routine quotidienne, ils peuvent prouver leur capacité à relever des défis. Le cadre du projet leur permet d'apporter des contributions nettement plus importantes que dans le cadre traditionnel de l'entreprise, et ceci pour plusieurs raisons:

- ◆ un projet comprend toujours une part de nouveauté, d'innovation technologique;
- ◆ un projet nécessite l'intégration de composants divers;
- ◆ un projet requiert beaucoup d'activités de résolution de problème.

En plus de ces possibilités de motivation intrinsèque, liées au travail à effectuer, le chef de projet dispose de possibilités et d'instruments différents pour motiver ses collaborateurs, car:

- ◆ un projet doit être réalisé dans des délais donnés;
- ◆ un projet a une grande visibilité dans l'entreprise;
- ◆ un projet se termine par un objectif tangible, visible.

Dans une étude sur le management des ressources humaines dans la gestion de projet, Murdick et Schuster [Murdick 1976] analysent les particularités des projets qui permettent une motivation particulière. Ils relèvent notamment les points suivants:

- ◆ Les gens qui participent aux projets sont des collaborateurs qui ont une attitude plus positive à l'égard du risque, attachent moins d'importance à la sécurité, et qui apprécient particulièrement les défis que représente un projet. En effet, il faut souligner que souvent, les participants à un projet n'ont pas été désignés, mais se sont portés volontaires.
- ◆ Au cours du projet, le contenu du travail change souvent, ce qui offre des possibilités de développement bien supérieures au travail de ligne.
- ◆ L'environnement de projet est le lieu idéal pour une approche MBO (Management By Objectives).
- ◆ L'innovation que requiert un projet offre des possibilités de reconnaissance (du travail accompli) nettement plus importantes que dans le travail de ligne.
- ◆ Le travail en équipes interdisciplinaires est un facteur de motivation propre.

Rosenfeld remarque que dans un projet, certaines personnes ne travaillent que de manière temporaire et ne peuvent par conséquent pas être motivées pour le succès à long terme du projet [Rosenfeld 1995].

Étude des motivateurs dans les projets

Yourzak a cherché à établir empiriquement une liste des motivateurs les plus importants dans les projets [Yourzak 1986]. Se basant sur les théories de Herzberg de la motivation, Yourzak a demandé à 128 chefs de projet et 59 employés de classer les motivateurs dans les projets par ordre d'importance. Ce qui est remarquable, c'est que les managers ont donné des réponses fort voisines de celles des employés, comme le montre la table suivante, qui montre le classement de chaque facteur:

Motivateur	Chefs de projet	Employés
Reconnaissance	1	1
Responsabilité	2	3
Réalisation	3	2
Avancement	4	9
Développement	5	10
Salaire	6	5
Encadrement du chef de projet	7	7
Travail	8	8
Relation avec le chef de projet	9	6
Relation dans l'équipe	10	4
Conditions de travail	11	11
Relation de subordination de l'équipe	12	12
Politique de l'organisation	13	15
Titre / statut	14	14
Sécurité	15	13
Temps personnel	16	16

Figure 6: Importance des facteurs de motivation, d'après Yourzak

La reconnaissance, la responsabilité et la réalisation représentent, pour les deux groupes, les trois facteurs les plus importants.

Motivation et satisfaction

Si la motivation est liée au travail lui-même et constitue un facteur primordial dans le travail de projet, la satisfaction dépend principalement de facteurs exogènes: salaire, conditions de travail. Ces éléments sont appelés facteurs d'hygiène par Herzberg. Il existe une corrélation asymétrique entre motivation et satisfaction: la motivation peut favoriser la satisfaction, alors que la dissatisfaction peut diminuer la motivation. Par contre, la satisfaction n'augmentera pas la motivation [Bergmann 1989].

Il n'a pas été possible de mettre en évidence une corrélation entre satisfaction et rendement (alors que cette corrélation est très élevée pour la motivation). Par contre, la satisfaction est fortement corrélée (négativement) à la fluctuation du personnel ainsi qu'à l'absentéisme [von Rosenstiel 1975], [Lawler 1970].

En reprenant le modèle de Lawler, Owens a inversé les termes: pour lui, une bonne performance de l'équipe conduira à la satisfaction de l'équipe [Owens 1990]. Cette

constatation doit être nuancée, car Owens amalgame motivation, moral et satisfaction: "A straightforward definition of job satisfaction is the feelings one has about his/her job. (...) a goal of most project managers is to create an atmosphere leading to high team morale, a term often used synonymously with job satisfaction" [ibid.] (cette confusion dans les concepts est largement répandue dans la littérature sur les facteurs humains en gestion de projet).

Nous verrons plus loin que la relation entre la performance et la motivation est bien réelle: c'est l'effet d'entraînement que crée un projet qui avance bien.

Satisfaction et travail de projet

La satisfaction est liée aux conditions générales de l'entreprise (salaires, horaires, etc.), sur lesquelles le chef de projet n'a pratiquement aucune influence. La satisfaction semble être un facteur qui évolue lentement dans le temps et dont nous pouvons raisonnablement admettre qu'il soit quasi-stationnaire pendant la durée du projet (voir sur ce point également en page 145 la modélisation des collaborateurs). Tous les modèles qui essaient d'expliquer la satisfaction donnent une place centrale à la récompense, à la perception de la valeur de la récompense, etc. Or, dans les projets, il est peu fréquent que des primes, des récompenses significatives soient accordées - ou alors, elles ne sont accordées qu'au chef de projet (aux USA, par contre, cette pratique est plus fréquente). Parmi les chefs de projet circule une boutade révélatrice: "Diriger un projet, c'est comme jouer au flipper; si vous gagnez, votre seule récompense sera le droit de jouer encore une fois".

La récompense constitue une motivation extrinsèque, qui peut avoir pour effet de détruire la motivation intrinsèque liée au travail. Comme le relevait Deming: "(...) the present style of reward (...) squeezes out from an individual, over his lifetime, his innate intrinsic motivation, self-esteem, dignity. They build into him fear, self-defense, extrinsic motivation" [Deming 1993].

Théorie de l'expectation

La théorie de l'expectation part du principe que la motivation est fonction des attentes (*en cas de réussite du travail effectué*) et la perception de la probabilité que ces attentes se réalisent (voir à ce sujet [Lawler 1970], ainsi que [Bergmann 1989]). Comme le relève Branch, la théorie de l'expectation permet de mettre en évidence un phénomène intéressant pour analyser la motivation des équipes de projet: dans un projet de type matriciel, chaque collaborateur aura deux supérieurs. Or les attentes des deux supérieurs (chef de ligne et chef de projet) peuvent être contradictoires. Un collaborateur pourra se demander: "Si je termine mon travail à temps pour le chef de projet, quel sera le résultat que j'obtiendrai (salaire, promotion, etc.) de mon supérieur de ligne ? Et que se passera-t-il si je ne termine pas à temps, mais que la qualité technique de mon travail est parfaite et satisfait mon supérieur de ligne?" [Branch 1982].

Pour éviter la démotivation qui pourrait résulter de cette double subordination, le chef de projet devra impérativement garder un bon lien avec les supérieurs des membres de son équipe et devra veiller à ce que ses appréciations sur le travail fourni soient prises en compte lors de la qualification des collaborateurs.

2.2.3. Un autre style de direction

La gestion de projet implique un autre style de direction, moins autoritaire, dans lequel la motivation joue un rôle prédominant. Ceci est renforcé par le fait que le chef de projet ne peut plus maîtriser l'ensemble des domaines de connaissances que requiert un projet. Il a besoin de pouvoir compter sur le savoir des spécialistes, qui, dans leur domaine, en savent souvent bien plus que lui-même. Les décisions unilatérales, les attitudes dogmatiques sont inconciliables avec l'environnement de projet. L'autorité du chef de projet est donc rarement celle d'un autocrate - elle est bien plus basée sur son rôle d'intégrateur et sa capacité à résoudre de manière productive les conflits d'intérêts [Harrison 1987].

Dill et Pearson ont cherché à mesurer les différences dans les styles de direction des chefs de projet comparés à ceux des chefs de département. A cet effet, ils ont mesuré, pour ces deux groupes, les 10 rôles de Mintzberg [Dill 1992], et montré que les chefs de projet étaient plus actifs dans la communication, la dissémination d'information, ainsi que dans la résolution de conflits.

Pour Furaus, le chef de projet doit s'occuper des grandes options, mais faire confiance à l'équipe pour les décisions techniques: "A true leader must feel secure enough to rely on the team's technical expertise and advice. (...) The leader must, in a sense, let the team function in the middle range of responsibilities" [Furaus 1988].

Graham pense que le style de direction du chef de projet évolue au cours du projet, en passant par les étapes suivantes: Structuring - Coaching - Encouraging - Delegating, l'évolution du style de direction se faisant parallèlement à la maturation de l'équipe [Graham 1985].

Grant et Heberling, sur la base d'interviews avec des chefs de projet, définissent 4 styles de direction: Champion, Conductor, Club Director et Choreographer, et étudient les implications de chaque style sur le fonctionnement de l'équipe [Grant 1991].

Rosenfeld remarque que chaque projet étant unique, les bénéfices à long terme de bonnes relations peuvent sembler faibles, ce qui pourrait conduire le management à adopter un style de direction orienté vers la tâche. L'accent est mis sur le projet, sur la nécessité de le finir à temps, quels que soient les effets sur les collaborateurs du projet [Rosenfeld 1995].

Dans une étude menée auprès de 22 chefs de projet et de 66 membres de l'équipe, Gemmill et Thamhain ont étudié la manière dont les membres des équipes de projet voient le style de direction du chef de projet. Ils ont en particulier jugé les diverses manières d'influencer les autres (1: très important, 8: pas important) [Gemmill 1974].

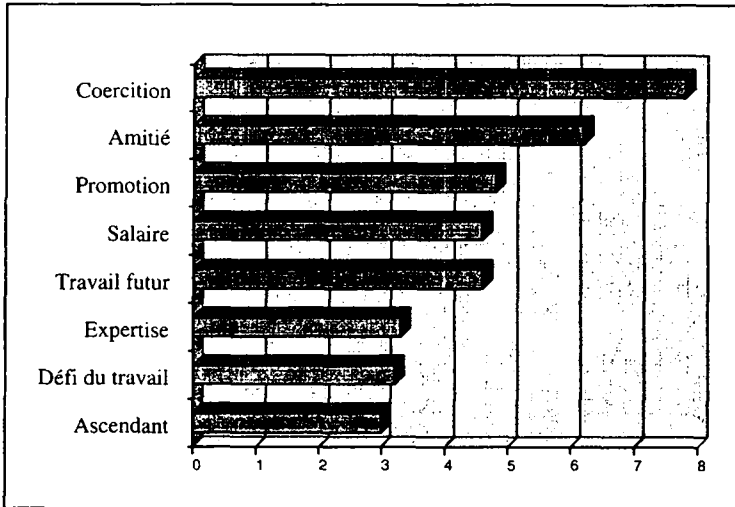


Figure 7: Importance des styles de direction (1: très important, 8: pas important)

Nous avons traduit "authority" par ascendant: c'est le style de direction le plus important, la manière la plus efficace pour influencer les autres. Les trois éléments cités ensuite sont intimement corrélés avec le contenu du travail: le défi qu'il représente, l'expertise à laquelle il fait appel, et le travail futur.

Par contre, le salaire et l'avancement jouent un rôle nettement moins important - nous retrouvons ici ce que nous avons vu avec la satisfaction. Le style autoritaire (coercition) est largement considéré comme le plus inefficace.

Pour Gemmill et Thamhain, le succès est corrélé avec l'expertise (des membres de l'équipe de projet) et le work challenge; un style autoritaire est corrélé avec un faible succès des projets.

L'évolution du rôle du chef de projet

Goldsmith souligne l'évolution du rôle du chef de projet, en examinant le pourcentage du temps qu'il consacre à ses diverses activités, et comment ce pourcentage va évoluer au cours des années à venir [Goldsmith 1986]:

- ♦ la fonction de diriger le travail d'autrui diminuera de 20% à 5%;
- ♦ la prise de décision diminuera de 25% à 5%;
- ♦ le développement des collaborateurs augmentera de 15% à 30%;
- ♦ leadership augmentera de 5% à 25%.

Trois éléments sont responsables de cette évolution:

- ◆ l'augmentation du "span of control" (i.e. nombre de subordonnés) qui oblige le chef de projet à réduire sa contribution directe au travail, et à augmenter son travail d'encadrement;
- ◆ la réduction du nombre d'étages de la hiérarchie, l'amélioration de la prise de décision et de la communication;
- ◆ la minimalisation de la fragmentation du travail, permettant aux subordonnés de se concentrer sur le travail lui-même, sans devoir constamment en référer à son supérieur.

Diriger une équipe, non des individus

La gestion de projet exige du chef de projet un savoir particulier: celui d'animer une équipe. Toutefois, la direction d'une équipe de projet reste assez différente de l'animation d'une équipe traditionnelle, dont les compétences sont homogènes. Dans ces équipes-là, le chef peut déléguer beaucoup de compétences à son équipe, y compris dans l'organisation du travail, la répartition des rôles et la fixation des priorités.

Dans une équipe de projet par contre, certaines tâches restent fondamentalement du ressort du chef de projet. Sa position centrale au niveau de la communication, la nécessité d'un arbitrage constant entre des exigences contradictoires lui donnent des attributions qui ne peuvent être déléguées. La direction d'une équipe de projet requiert donc un dosage subtil entre animation et direction.

2.2.4. L'importance de la communication

Le chef de projet passe, selon plusieurs études, plus de 50% de son temps en communication (meetings, téléphones, discussions en tête-à-tête).

Pour Stickney, la communication est le facteur de succès le plus important des projets: "The ability to effectively communicate is an essential skill for all project managers and a mandatory prerequisite for successful project management. (...) The skill required to develop and maintain this network (i.e. of interpersonal contacts) is an essential prerequisite to project success. (...) The flow of timely information to the project manager is a prime determinant of the project's success" [Stickney 1980].

Couillard a montré la forte corrélation entre la communication et le succès des projets (voir Figure 11, en page 40).

Katz et Tushman, dans leur recherche empirique sur la communication dans un grand centre de recherche et développement [Katz 1979], ont montré qu'il existait une corrélation positive entre la communication intra-projet (administrative et de résolution de problème), d'une part, et le succès des projets, d'autre part. La communication administrative externe, effectuée par les membres du projet, est inversement proportionnelle au succès du projet.

2.2.5. Un nouveau type d'équipe: Empowered Team

Un néologisme difficile à traduire: le concept de "Empowered Team", décrit la situation dans laquelle le projet "appartient" à l'équipe, et non au chef de projet; les gens se comportent comme s'ils étaient responsables du succès du projet [Byham 1991].

Derrière ce concept se cache peut-être le facteur humain le plus important dans la gestion de projet: la capacité de l'équipe de s'approprier le projet. On remarque facilement l'évolution d'une équipe vers un Empowered Team: c'est au moment où les gens ne disent plus au chef de projet "votre" projet, mais parlent de "notre" projet, "nos" buts, etc.

La question de savoir si une équipe va se développer en direction d'un Empowered Team dépend très largement du chef de projet, de ses présupposés et de son comportement. Brod a analysé les présupposés du chef de projet qui favorisent, resp. défavorisent cette évolution [Brod 1991]:

Présupposés qui favorisent un Empowerment	Présupposés qui défavorisent un Empowerment
Les gens aimeraient et sont capables d'assumer plus de responsabilités.	Les gens fuient les responsabilités.
Il faut encourager les gens à se développer parallèlement au développement de l'organisation.	Les collaborateurs représentent des frais variables que l'on engage ou licencie en fonction de la marche des affaires.
Le potentiel de la plupart des gens est supérieur à ce que l'on exige habituellement d'eux.	L'idéal, ce sont des tâches simples et limitées.
Les décisions doivent être prises au niveau le plus bas possible, par des gens aussi bien informés que possible.	Prendre les décisions trop bas, c'est aller vers l'anarchie.
Les gens veulent être indépendants et autonomes; nous pouvons les aider à atteindre ce but	Les gens veulent que l'entreprise s'occupe d'eux, c'est pourquoi nous avons des plans de carrière.
Les gens aiment être soutenus et aidés.	Les gens aiment être contrôlés et avoir des règles claires.
Les gens peuvent apprendre ce que vous aimeriez qu'ils apprennent.	Seuls les chimistes s'y connaissent en chimie.
Nous pouvons avoir du succès et offrir un travail agréable.	Nous ne pouvons avoir des succès commerciaux et en même temps faire plaisir aux employés.

Figure 8: Facteurs qui favorisent/défavorisent l'empowerment

Il est remarquable de constater que la propension d'une équipe à devenir un Empowered Team dépend largement du comportement du chef de projet, et beaucoup moins de la culture d'entreprise (voir également page 43).

Pour Katzenbach, les équipes très performantes se distinguent surtout par deux éléments [Katzenbach 1993]:

- ◆ le fait que chacun s'intéresse beaucoup au développement et au succès de chacun ("extra sense of commitment"),
- ◆ le fait que le leadership est partagé (le leader officiel le reste formellement, mais chacun participe au leadership).

2.2.6. Les conflits dans les équipes de projet

Le projet est par définition un champ de conflits entre les désirs contradictoires des divers acteurs du projet: les utilisateurs aimeraient un système ayant de nombreuses fonctions, le client aimerait un système livré à temps et au coût le plus bas, les responsables de la maintenance aimeraient un système bien documenté, les ingénieurs aimeraient des défis techniques, mais détestent la documentation, le supérieur du chef de projet aimerait des buts ambitieux, aucun dépassement et aucune surprise [Boehm 1989].

Le rassemblement de collaborateurs venant de métiers ou de niveaux hiérarchiques différents, le stress, les particularités de la structure matricielle favorisent l'apparition de conflits nouveaux. D'après Pinto, le manager traditionnel passe plus de 20% de son temps à traiter des conflits - et ce pourcentage devrait être encore plus élevé pour les chefs de projet [Pinto 1995]. Plusieurs auteurs ont cherché à analyser les sources et les particularités de ces conflits.

Wilemon, dans son étude sur les conflits dans les projets, a cherché à connaître les facteurs qui déterminaient l'intensité des conflits [Wilemon 1971]. Pour lui, le potentiel de conflits augmente avec:

- ◆ la diversité de l'expertise des membres de l'équipe,
- ◆ l'ambiguïté des rôles dans l'équipe de projet.

Et le potentiel de conflits diminue avec:

- ◆ le work challenge donné par le chef de projet,
- ◆ la compréhension des objectifs du projet par les membres de l'équipe de projet,
- ◆ la capacité du chef de projet de récompenser et de punir,
- ◆ la congruence avec les buts supérieurs (objectifs de la Direction Générale),
- ◆ l'autorité dont dispose le chef de projet sur les participants au projet.

Thamhain, dans une étude effectuée en 1975, définit 7 types de conflits au cours du déroulement du projet, et analyse ensuite l'intensité de chacun de ces types de conflits [Thamhain 1975]. Voici ces 7 types, par type décroissant d'intensité:

- ◆ conflit sur les délais
- ◆ conflit sur les priorités
- ◆ conflit sur les ressources

- ◆ conflit sur des points techniques
- ◆ conflit sur l'administration
- ◆ conflit des personnes
- ◆ conflit sur les coûts.

Les catégories utilisées par Thamhain semblent un peu trop grossières. Par contre, D.S. Kezsbom a mené aux USA une étude plus nuancée auprès de 275 responsables de projets de grandes entreprises, afin de déterminer quelles étaient les sources des conflits [Kezsbom 1992]. Les questionnaires demandaient d'indiquer, dans l'ordre de 1 à 7, les sources des conflits. Kezsbom définit ensuite un indice tenant compte du rang et de la fréquence de citation. Les résultats:

Buts/Définition des priorités	24%
Personnalité	16%
Communication	15%
Politique	8%
Procédures administratives	8%
Allocation des ressources	7%
Délais	7%
Leadership	6%
Rôles / structures ambiguës	2%
Coûts	2%
Structure des salaires	2%
Conflits antérieurs	1%

Figure 9: Sources des conflits

Cette étude montre encore une fois le rôle déterminant des buts et des priorités. Relevons que la catégorie "politique" regroupe en fait des facteurs humains: sa description exacte est: "Désagréments qui dérivent du syndrome NIH (Not Invented Here) ou de buts personnels des acteurs du projet". Les facteurs humains totalisent ainsi 48% des sources de conflits.

Sommerville a mis en évidence la corrélation entre le stress et les conflits dans les projets de construction [Sommerville 1994]. Ses résultats montrent également que les aspects de coûts (2%) et délais (7%) jouent un rôle marginal.

2.2.7. Conflits et formes d'organisation

Pour Owens, les conflits sont souvent la conséquence d'une définition peu claire de la forme organisationnelle du projet, ainsi que des compétences respectives des acteurs. L'environnement de projet est souvent caractérisé par une définition peu claire des rôles respectifs de chacun. Le rôle et les compétences du chef de projet sont laissés dans un flou (car il n'existe pas de description du cahier de charges du chef de projet), et les rôles respectifs des membres de l'équipe, ainsi que leurs compétences et leurs responsabilités, sont rarement définis avec précision. Il en résulte un potentiel de conflit important, les ambiguïtés de rôle conduisent à des conflits de rôles:

- ♦ les attentes sont différentes parmi les membres de l'équipe;
- ♦ deux personnes pensent/espèrent jouer le même rôle.

Les personnes qui perçoivent leur rôle comme étant mal défini auront plus de peine à s'engager dans le projet [Owens 1982].

2.2.8. Le chef de projet face aux conflits

Plusieurs auteurs soulignent l'importance du chef de projet dans la détection précoce et la résolution des conflits. Pour Harison, la détection des conflits est l'un des "facteurs essentiels" qui conduisent à la formation d'une équipe effective. Le chef de projet doit être attentif aux plus petits signes: un membre de l'équipe qui ne porte attention à ce que disent les autres, le manque de respect, les objectifs personnels, l'existence d'attitudes non amicales [Harison 1987].

Heider remarque que si les deux parties en conflit ont une relation positive face à une tierce personne (le chef de projet), il leur est plus difficile de maintenir le conflit. Donc, un chef de projet extraverti, ouvert, sociable, aura moins de conflits dans son équipe [Heider 1958].

Boehm va plus loin: dans sa "théorie W", il voit le rôle primordial du chef de projet comme négociateur entre les différents acteurs du projet, dont le but est de trouver des solutions gagnantes pour toutes les parties concernées [Boehm 1989].

Hill a analysé les comportements d'excellents chefs de projet dans l'industrie pétrolière et les a comparés avec un groupe-témoin de cadres. Tout d'abord, face à un conflit, les chefs de projet effectifs ont un éventail de réponses possibles nettement plus large. Ensuite, ils craignent moins les désagréments possibles et montrent une volonté d'approcher les conflits au lieu de les éviter. Ils aiment en fait les interactions sociales (dans le FIRO, leur besoin d'échanges interpersonnels vaut en moyenne 27.2, contre 22.9 pour le groupe-témoin). Ils pratiquent eux-mêmes les comportements qu'ils préconisent, et déterminent ainsi le "climat" du groupe. Ils parlent souvent des effets positifs de l'ouverture, de la discussion ouverte des problèmes. Le groupe-témoin, lui, parle souvent de la nature négative des conflits.

2.2.9. Modes de résolution des conflits

Les chefs de projet privilégient une approche Collaboration/Confrontation, comme le montre une étude de Thamhain, dans laquelle il a demandé à 150 chefs de projet quelles étaient les approches qu'ils privilégiaient pour résoudre les conflits [Thamhain 1975].

La figure suivante montre les résultats de cette étude:

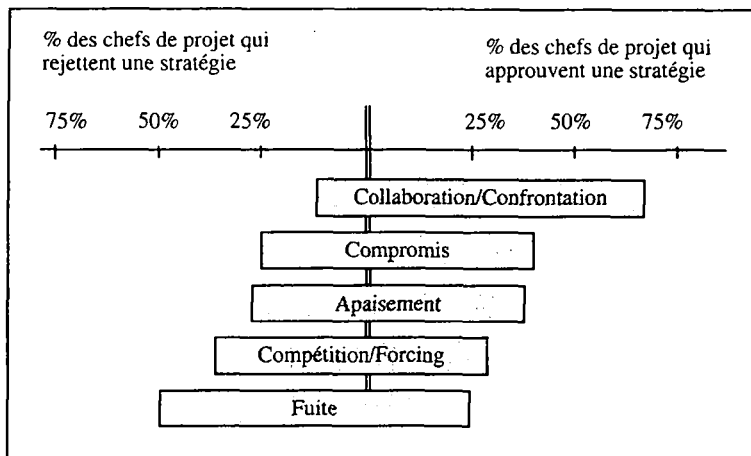


Figure 10: Stratégies de résolution de conflits

Il est remarquable que les modes de résolution de conflits soient semblables quel que soit l'interlocuteur (équipe, supérieur, client), avec toutefois une exception notable: dans les conflits avec les responsables de ligne, c'est l'approche de compromis qui est privilégiée.

Un objectif commun

On a montré que le facteur le plus important pour réduire les conflits consistait à avoir un objectif commun. Pour encourager cette attitude, il faut

- ◆ Répéter que le seul critère d'évaluation des performances des individus et des groupes est l'efficacité totale du projet.
- ◆ Clarifier les responsabilités.
- ◆ Favoriser les interactions informelles (sport, repas en commun, soirées, etc.), qui permettent le passage de l'information informelle. Sans l'ouverture de canaux de communication informelle, la communication entre les groupes sera fortement entravée.
- ◆ Le chef de projet doit savoir gérer ses émotions. "If you cannot manage your own emotions in the workplace, you cannot manage other people" [Harrison 1987].

Adams & Barndt se sont penchés également sur les types de conflits et leurs modes de résolution. Dans une enquête menée auprès de plusieurs centaines de chefs de projet, ils ont examiné l'évolution, au cours des phases du projet, de l'intensité des conflits et de la satisfaction des membres de l'équipe [Adams 1988].

Les résultats montrent une diminution constante de l'intensité des conflits au cours du cycle de vie: 0.70 / 0.67 / 0.62 / 0.44. Ils montrent également une diminution de la satisfaction: 5.83 / 5.35 / 5.29 (calculé avec la Job Diagnostic Survey short form - pas de valeur disponible pour la phase 4 de clôture). Cette diminution de la satisfaction au cours du projet, bien connue des chefs de projet, se reflète dans cette boutade: "Un projet comprend 4 phases: Enthousiasme - désillusion - panique - recherche des coupables".

2.3: Quels sont les facteurs humains qui font le succès des équipes de projet ?

Le succès d'un projet n'est pas toujours très simple à définir. Certains projets ayant largement dépassé les délais et les budgets sont quand même considérés comme des succès (tous les grands tunnels, le Concorde, etc.). Comme le constate Selin: "When project success is measured in terms of achieving the expected results on time and within budget, a majority do not succeed" [Selin 1989].

Le succès d'un projet ne se mesure donc pas seulement à l'aune des délais et du budget, mais comprend une partie éminemment subjective. Baker et Murphy ont proposé une excellente définition du succès:

"If the project meets the technical performance specifications and/or mission to be performed, and if there is a high level of satisfaction concerning the project outcome among key people in the parent organization, key people in the client organization, key people on the project team, and key users or clientele of the project effort, the project is considered an overall success [Baker 1988]."

2.3.1. Corrélation entre facteurs humains et succès

Baker, Murphy et Fisher, dans une analyse de 650 projets, ont remarqué que certaines variables étaient corrélées avec la perception du succès du projet, alors que d'autres étaient corrélées avec la perception d'échec du projet:

Le manque de participation de l'équipe dans la prise de décision et dans la résolution de problèmes, le manque d'esprit d'équipe, le manque de compréhension de la mission, l'insécurité, la distance géographique entre le chef de projet et l'équipe, le degré de bureaucratie ainsi que l'autorité insuffisante du chef de projet sont corrélés de manière significative avec l'échec des projets.

Par contre, la participation de l'équipe dans la fixation des délais et de budgets est nettement liée au succès des projets. Enfin, le degré d'adhésion au but ("goal commitment") de l'équipe de projet ainsi que la résolution de conflits orientée vers les tâches sont en relation linéaire avec le succès du projet.

Dans une étude auprès de 121 chefs de projet, Couillard étudié les corrélations entre l'approche du chef de projet et le succès des projets. La table suivante montre les corrélations obtenues:

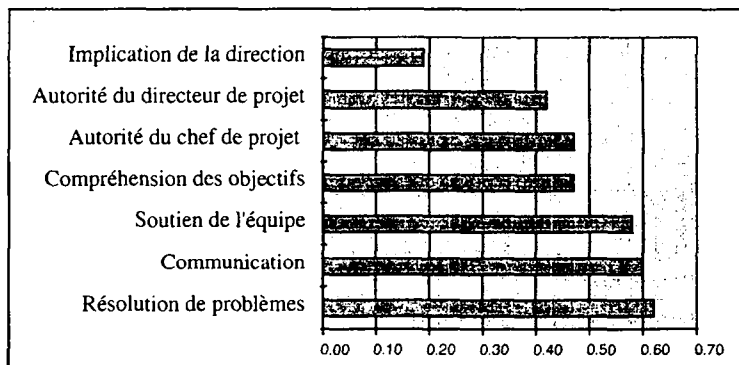


Figure 11: Corrélation entre l'approche du chef de projet et le succès des projets

Ces résultats montrent clairement que "de nombreux facteurs de succès sont centrés sur les facteurs humains" [Couillard 1995]. Cette étude montrait également des résultats surprenants: les techniques de gestion de projet (organigramme de projet, PERT/CPM) n'étaient absolument pas corrélées avec le succès des projets, de même que les rapports techniques et les rapports d'avancement.

Ploughman et Assenzo arrivent à la même conclusion: la maîtrise des techniques est de loin le facteur le moins important dans les qualités du chef de projet [Ploughman 1990]. Leur enquête, menée auprès de 120 membres d'équipe de projet, de 14 chefs de projet et de 23 managers, montre quelles qualités sont jugées comme étant les plus importantes:

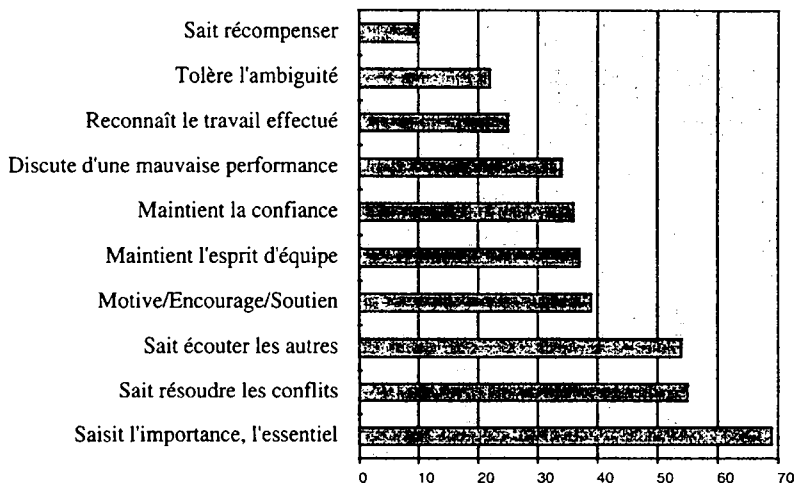


Figure 12: Les qualités les plus importantes du chef de projet

Le facteur "Saisit l'importance, l'essentiel" domine largement - il met en évidence le rôle du chef de projet comme arbitre, comme décideur. Dans cette étude également, la capacité de traiter les conflits, ainsi que la communication, sont jugées comme très importantes. Ces résultats montrent également le tout petit rôle que jouent des récompenses dans les projets.

Adams & Barndt ont étudié les corrélations entre le climat, la satisfaction et les performances. Certaines études ont relevé une corrélation claire entre climat et satisfaction. En revanche, si plusieurs études indiquent une corrélation entre climat et performance, d'autres études prouvent le contraire. Il semble donc qu'entre climat et performance, d'autres variables interfèrent: les sources de conflit, leur intensité, leur mode de résolution.

En ce qui concerne la satisfaction au travail, les différentes études menées montrent qu'un lien entre satisfaction et performance est inexistant ou insignifiant.

2.3.2. Corrélation entre le chef de projet et le succès

Allen, Katz et Grade ont analysé 181 équipes dans les domaines recherche et développement. Ils ont cherché à déterminer les corrélations entre certains comportements du chef de projet et les performances des groupes [Allen 1988]. Leurs résultats indiquent les corrélations suivantes:

Comportement du chef de projet	Corrélation avec la performance des groupes
Gère bien les conflits	0.31
A de bons contacts avec les autres chercheurs	0.31
Obtient les ressources matérielles nécessaires	0.27
Est exigeant sur les performances réalisées	0.19
Gère bien les réunions	0.14
Donne des feed-back sur les performances individuelles	0.05

Figure 13: Corrélation entre comportement du chef de projet et performance

Cette analyse met en évidence le rôle prépondérant du chef de projet dans la résolution de conflits et dans la communication - de nombreux autres auteurs ont également relevé cet aspect.

Dans une étude menée auprès de 400 entreprises, Anderson essaie de déterminer l'importance des qualités du chef de projet pour le succès des projets. Il groupe les attributs du chef de projet en 4 catégories:

- ♦ Expertise au niveau des relations humaines
- ♦ Expertise de leadership
- ♦ Expertise administrative
- ♦ Expertise technique

Anderson montre qu'il existe une corrélation importante entre les trois premières de ces quatre catégories et l'utilisation des principes et des méthodes recommandés pour la gestion de projet. D'autre part, il existe une corrélation forte entre "Suivre les principes de la gestion de projet" et le succès des projets.

Par contre, et cette constatation est pour le moins surprenante, Anderson ne voit pas de corrélation entre les attributs du chef de projet et le succès des projets! Toutefois, les chefs de projet expérimentés suivent mieux les principes de la gestion de projet que les novices.

2.4. Quels sont les facteurs qui peuvent être influencés par le chef de projet ?

2.4.1. La mini-culture de projet

L'environnement de projet donne au chef de projet une autonomie assez importante dans le choix de son style de direction: "While many technical project parameters are established by the project charter, the management of the required human resources offers the project manager some latitude and flexibility to fit the management style exercised to the nature of the project and pertinent environment" [Martin 1990].

Souvent, le chef de projet développe sa propre culture de projet. L'environnement de projet, particulièrement quand les membres de l'équipe sont à plein temps sur le projet, est un cadre organisationnel propice au développement de contre-cultures bien différentes de la culture d'entreprise prédominante. Elmes et Wilemon [Elmes 1986] ont étudié les stratégies de "déviation constructive" qui ont prévalu dans certains projets de General Motors.

Pour Graham, il est impératif de développer une culture d'équipe pour harmoniser les cultures différentes présentes dans l'équipe: "The development of a team culture, to be used while people are working on a project, should also be one of the prime management considerations during project planning stage" [Graham 1985].

Bauhaus, qui a étudié le fonctionnement d'équipes multi-culturelles dans quatre compagnies multinationales, souligne que l'effet de la culture d'entreprise est souvent sur-estimée, et montre comment le chef de projet peut créer une culture d'équipe qui homogénéise des individus venant de pays différents [Bauhaus 1995].

Mais indépendamment des actions du chef de projet, la structure de projet elle-même est perçue comme relevant d'une autre culture. Le cadre organisationnel non conventionnel (personnes de niveaux hiérarchiques différents et/ou de départements différents travaillant dans la même équipe) a souvent été appelé *adhoc-cratie*, par opposition à la bureaucratie du reste de l'entreprise. Dans des interviews avec des chefs de projet, nous leur avons demandé comment les gens dans l'entreprise voyaient l'autre culture. Les réponses ont toujours été très significatives:

Organisation traditionnelle	Projets
Rigides	Chaotiques
Bornés	Rêveurs
Obéissants	Ne terminent jamais
Gratte-papier	Ne suivent pas la voie de service
Sans fantaisie	Se croient tout permis

Ces réponses montrent que la culture de projet est perçue comme très différente, en opposition majeure avec la culture prédominante, ce qui donne au chef de projet la possibilité d'introduire des normes, une culture, des habitudes propres au projet.

Baker et Murphy ont analysé 650 projets pour déterminer les critères de succès (non limitatifs aux facteurs humains) [Baker 1988].

Par régression partielle, ils ont cherché à déterminer l'effet de chaque critère sur le succès des projets. Ce qui est intéressant, c'est que 77% de la variance dans l'analyse du succès des projets peut être expliqué par les éléments suivants:

- ♦ bonne relation entre chef de projet et responsable de ligne
- ♦ esprit d'équipe
- ♦ l'équipe a conscience des enjeux
- ♦ acceptation des buts par l'équipe
- ♦ capacité de l'équipe
- ♦ bonne relation entre chef de projet et administration officielle
- ♦ bonne relation entre chef de projet et client
- ♦ bonne relation entre chef de projet et son supérieur
- ♦ expertise du chef de projet au niveau des relations humaines
- ♦ des rapports d'avancement réalistes
- ♦ expertise du chef de projet au niveau administratif
- ♦ relations informelles entre les membres de l'équipe
- ♦ compétences du chef de projet
- ♦ procédures adéquates pour les modifications
- ♦ *sécurité de travail de l'équipe*
- ♦ participation de l'équipe dans la prise de décision
- ♦ participation de l'équipe dans la résolution de problèmes
- ♦ *enthousiasme de l'organisation*

Tous ces éléments, à l'exception de deux (en italique) peuvent être influencés directement par le chef de projet, les deux autres (*Sécurité de travail de l'équipe* et *Enthousiasme de l'organisation*) dépendant davantage de l'organisation-mère.

2.4.2. Les chefs de projet et les facteurs humains

Nous avons vu que les facteurs humains ont une influence décisive sur le succès des projets; nous avons vu que ces facteurs peuvent être largement influencés par les chefs de projet; il reste à voir si les chefs de projet tiennent compte des facteurs humains dans leur activité quotidienne.

L'étude de Tippet et Peters montre que cela n'est guère le cas. Dans leur enquête auprès de 1667 membres d'équipe de projet et de chefs de projet, ils ont cherché à mesurer les six indicateurs définis par Robert P. Hagen pour évaluer la qualité de la formation des équipes (team building). La Figure 14 montre les résultats de leur enquête.

Dans cette figure, les valeurs numériques sont calculées sur la base des réponses à une série d'assertions, avec l'échelle suivante: Strongly agree (2); Agree (1); Disagree (-1); Strongly Disagree (-2). Les conclusions de Tippet et Peters: "(...) overall results shows that companies are generally doing a poor job on team building. Lack of effective rewards, inadequate individual and team performance feedback mechanism, lack of project management skills, and inadequate individual and team goal-setting are all weak

areas". Les auteurs de l'étude ont également remarqué que les grandes entreprises aux structures traditionnelles avaient des résultats plus mauvais que les PME avec des structures matricielles.

Les résultats de cette étude peuvent être expliqués par le profil typique des chefs de projet, comme nous l'avons montré plus haut: des techniciens, des ingénieurs, qui accordent plus d'importance aux choses qu'aux gens, qui ont de la peine à traiter avec les gens.

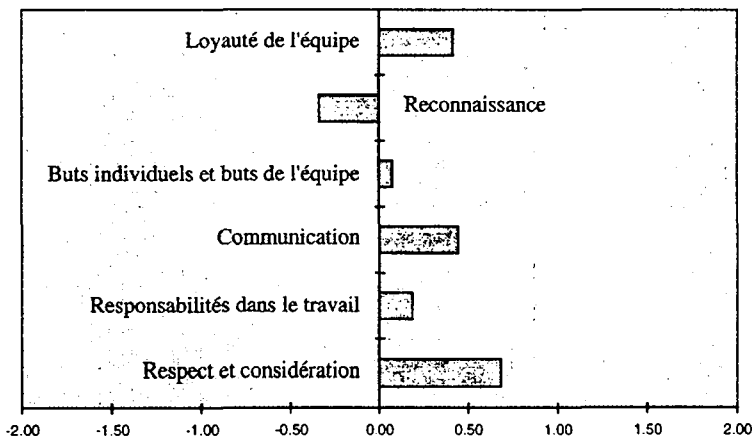


Figure 14: Indicateurs de la qualité des équipes

Si la majorité des chefs de projet n'est guère performante au niveau des facteurs humains, il faut quand même relever que de nombreuses entreprises cherchent à promouvoir le développement d'équipe dans la gestion de projet [Pohani 1989].

2.4.3. Les autres facteurs qui influencent le succès des projets

De nombreux facteurs autres que les facteurs humains influencent les projets, que ce soit au plan technique, au plan financier, au plan de l'organisation, etc. Plus particulièrement, le succès des projets est largement affecté par la "phase amont". Il est évident qu'une mauvaise définition des buts ou une mauvaise analyse du problème compromet largement le succès d'un projet. Ce fait a notamment été mis en évidence par Gemünden [Gemünden 1990], qui analyse une série d'études faites sur les critères de succès de projet, et par Gerstenfeld [Gerstenfeld 1976]. Toutefois, comme nous l'avons souligné en page 11, nous avons pris le parti d'exclure ces éléments de notre étude, car ils relèvent d'une problématique fondamentalement différente au plan des facteurs humains.

Dans un système complexe, une petite perturbation peut produire des effets démesurés, que l'on a coutume (dans les théorie du chaos) de désigner sous le terme d'effet "aile de papillon" (le vol d'un papillon produit une très légère perturbation locale, qui, d'effet en effet, amènera un orage trois mois plus tard...): "A small disturbing force has a disproportionally large effect on a synergic system" [Gabriel 1991]. Les projets sont un lieu privilégié pour de tels effets. Ces effets étant par définition aléatoires, nous n'allons pas en tenir compte dans la construction de notre modèle.



3. Les simulateurs de formation

3.1. La formation sur simulateur

3.1.1. Historique des simulateurs

Les premiers simulateurs ont été développés dans le domaine militaire, avec les "Jeux de guerre". Le jeu d'échecs, ainsi que le jeu de Go, représentent peut-être les premières formes de tels jeux [Thiriez 1995]. La simulation prit ensuite une forme plus élaborée avec les jeux de bataille de von Reisswitz, qui imagina en 1811 de simuler les batailles dans un carré de sable, en modélisant la configuration du terrain. Une méthode qui est toujours en vogue dans certains milieux.

Autour des années 1920, la Harvard Business School développa la méthode des études de cas - une simulation sur papier de problèmes de stratégie d'entreprise. Cette méthode est d'ailleurs aujourd'hui encore largement utilisée dans la formation des chefs de projet.

Vers 1955, la Rand Corporation développa le premier jeu d'entreprise sur ordinateur, le MONOPOLOGS, suivie peu après par l'AMA (American Management Association). Le jeu d'entreprise de l'AMA fut le premier jeu global, en ce sens qu'il simulait l'ensemble des fonctions de l'entreprise (production, vente, finance, personnel, etc.).

Nagel estimait, en 1985, que plus de 1000 jeux d'entreprises existaient au niveau mondial [Nagel, 1985]. Aujourd'hui, ce nombre doit être considérablement plus élevé.

L'augmentation de puissance des ordinateurs personnels a permis le développement de simulateurs basés sur l'approche systémique (System Dynamics). Vester, entre autres, a fait œuvre de pionnier avec la simulation classique SimCity.

Les simulateurs ont fait leur apparition dans l'enseignement des sciences naturelles, surtout pour l'enseignement des lois physiques. Aujourd'hui, les simulateurs sont employés de plus en plus fréquemment pour des formations qui ne permettent plus l'entraînement dans la réalité - des astronautes aux pilotes, en passant par les conducteurs de locomotives.

Dans certains domaines, des simulateurs ont été construits avec des techniques d'intelligence artificielle (voir, entre autres, [Unsel 1988], [Davis 1986] et [Grütz-macher 1995]).

Alessi classe les simulateurs en quatre catégories: simulation physique, de processus, procédurale, de situation.

Les simulateurs physiques permettent de modéliser le comportement de lois physiques, et sont utilisés par exemple pour étudier les problèmes de balistique, de combustion, etc.

Les simulateurs de processus modélisent un concept, représenté par l'interaction de plusieurs lois physiques ou autres. Typiquement, ces simulateurs accélèrent ou ralentissent le temps pour permettre une meilleure compréhension des phénomènes impliqués [Alessi 1991].

Les simulateurs procéduraux sont destinés à l'apprentissage d'une série d'actions nécessaires à l'accomplissement d'une tâche. Ces simulateurs peuvent développer l'expertise cognitive ou sensori-motrice.

Les simulateurs de situation enfin sont ceux qui traitent des attitudes et des comportements humains. Citons pour exemple ici les simulateurs utilisés pour la formation des psychologues, qui simulent la réaction des patients face aux interventions du psychologue.

Le simulateur que nous allons développer ressort de deux catégories: simulateur de situation et simulateur de processus.

3.1.2. Modifier et tester un modèle mental

L'un des avantages les plus importants des simulateurs est qu'il permet à l'utilisateur de vérifier si le modèle mental qu'il s'est fait d'une réalité, d'un système technique ou social, correspond bien à la réalité: "...the most important difference between the properly conceived computer model and the mental model is in the ability to determine the dynamic consequences (...) The human mind is not adapted to sensing correctly the consequences of a mental model" [Forrester 1971].

Les modèles mentaux existent bien sûr pour le système technique utilisé par l'équipe, mais ils existent également pour les modes de fonctionnement de l'équipe elle-même, et englobent entre autres la répartition des rôles de chacun, les attentes de chacun sur les communications qu'il recevra d'autrui, les explications que l'on donne des situations rencontrées.

Nous examinerons plus loin (voir page 129) le rôle du modèle mental dans l'apprentissage avec un simulateur.

3.1.3. Theory of actions (Argyris)

Argyris développe l'idée selon laquelle chacun possède une "théorie d'action" - un ensemble de règles que les individus utilisent pour définir leur comportement, ainsi que pour interpréter celui des autres.

En fait, les gens ont deux théories d'action: la théorie "épousée" (celle qu'ils pensent utiliser), et la théorie "effective", celle qui est réellement utilisée dans la pratique. Les gens agissent donc constamment en contradiction avec leur théorie "épousée" - mais sans s'en rendre compte.

Pour Argyris, la théorie d'action "effective" est universellement basée sur 4 valeurs:

- ♦ garder un contrôle unilatéral de la situation
- ♦ maximiser les "gains", minimiser les "pertes"
- ♦ supprimer les sentiments négatifs
- ♦ être aussi "rationnel" que possible.

Le but de ces valeurs est d'éviter les ennuis, les menaces, d'éviter d'être vulnérable ou incompris. Argyris utilise ces hypothèses pour expliquer les difficultés que les gens rencontrent lorsqu'ils doivent apprendre, ou modifier leur comportement [Argyris 1991]. Or le simulateur permet justement la mise en évidence de ces contradictions! Nous verrons plus loin (voir page 179) que l'une des fonctions d'apprentissage essentielles du simulateur réside dans le fait que les utilisateurs réalisent que leurs comportements, dans la pratique du simulateur, ne correspondent pas aux théories qu'ils croient appliquer.

3.2. Les simulateurs existants

Il existe aujourd'hui de nombreux simulateurs dans le domaine des facteurs humains. Certains sont de caractère très général (par exemple Si-Mentor [Grützmacher 1995]), d'autres concernent plus particulièrement la gestion de projets; nous allons en décrire quelques-uns, assez représentatifs des diverses tendances existantes.

3.2.1. Les simulateurs de gestion de projet non informatisés

De nombreux outils d'enseignements sont appelés "simulateurs" et ne sont en fait que des études de cas avec un support matériel. Citons ici les quatre simulations de Grander [Grander 94], utilisées pour la formation de chefs de projet. Dans cette simulation, les participants doivent réaliser un projet de construction avec des blocs Lego, ce qui permet de simuler tout d'abord les différents rôles parmi les participants (faiseur, créatif, etc.), de simuler les ressources rares, et de mettre les groupes en concurrence les uns avec les autres.

Le simulateur Fishfarm est une expérience complète en gestion de projet qui intègre tous les principes de base de la gestion de projet, tel que le WBS, la planification, la satisfaction du client, la gestion des fournisseurs et l'optimisation du projet en terme de coûts, délai et qualité. Voir à ce sujet [Stokes 1993]. Un simulateur semblable a été développé en 1983 déjà en Suède [Nyh 1988] par le ministère de la Défense.

De nombreux autres jeux pédagogiques existent; nous n'allons cependant pas approfondir l'étude de ces simulateurs, mais nous concentrer sur les simulateurs informatiques.

3.2.2. JAC - Jeu d'aventure et de conduite de projet

Ce simulateur a été développé par M. Crampes chez Syseca, et a été utilisé, en France uniquement, pour la formation de chefs de projet. C'est un jeu hybride, dans lequel l'avancement du projet est pris en charge par un logiciel, mais où les interactions principales ont lieu sous forme de jeux de rôles, dans lesquels l'une des parties est toujours jouée par l'animateur. Ce simulateur intègre des événements selon la méthode in-basket, et son interface graphique était très novatrice à l'époque de sa conception (1987). Son désavantage majeur réside dans le fait qu'il faut deux animateurs pour un groupe de 12 participants, ce qui rend son utilisation difficile [Crampes 1987].

3.2.3. Le simulateur de direction d'équipe de SMG

Développé par Bob Graham, ce simulateur confronte l'utilisateur à une série de décisions à prendre durant un temps donné. Chaque décision influence ensuite un "score" dans 10 catégories, parmi lesquelles figurent la qualité, la productivité, le leadership, la communication, la satisfaction du client. A la fin de la simulation, les utilisateurs reçoivent un feed-back indiquant la pertinence de chaque décision, et l'effet de la décision sur les catégories mentionnées ci-dessus. Les utilisateurs travaillent en groupe [Graham 1989].

Ce simulateur n'est pas à proprement parler un simulateur de projet, mais un simulateur de direction d'équipe. Toutefois, nous le citons car il est employé également pour l'aspect comportemental de la formation des chefs de projet.

3.2.4. Le simulateur de Project Mentor

Ce simulateur modélise le déroulement d'un projet de complexité moyenne, et se concentre surtout sur les aspects techniques de la gestion de projet: choix des technologies, assurance qualité, affectations des ressources, reporting. Il n'intègre qu'un rudiment de facteurs humains: le "moral" de l'équipe.

3.2.5. Le simulateur CEPMG

Herbsman et Ellis, constatant que la formation de chef de projet était fort peu efficace, ont cherché dans la simulation des méthodes pour améliorer la formation. Ils ont développé le CEPMG (Civil Engineering Project Management Game), qui est utilisé à l'Université de Floride pour la formation des ingénieurs civils.

Le CEPMG est composé de trois phases:

- ◆ la planification du projet
- ◆ l'exécution du projet
- ◆ l'analyse et l'évaluation des performances.

Dans la phase de planification, les étudiants reçoivent une description du projet en question (plans, spécification, conditions générales, délais), les offres des entrepreneurs (matériel, salaires), les conditions financières. Sur cette base, ils doivent préparer la planification détaillée du projet, en utilisant des tableurs ou bases de données:

- ◆ Établir un budget détaillé.
- ◆ Établir une planification du travail (en utilisant les graphiques en réseaux, les diagrammes de Gantt).
- ◆ Planifier l'utilisation des ressources. En particulier, les étudiants devront établir des histogrammes pour l'utilisation de la main d'oeuvre et des équipements, et procéder à un lissage de l'allocation des ressources.
- ◆ Établir le plan financier (plan du cash flow) pour la durée du projet.

La phase d'exécution est basée sur une simulation, au cours de laquelle l'enseignant peut modifier les conditions du projet, introduire des délais, changer des spécifications. Les étudiants doivent produire régulièrement des rapports d'avancement du projet, et expliquer les écarts éventuels.

Enfin, dans la phase d'analyse, les étudiants doivent calculer la rentabilité du projet et faire une analyse critique des décisions qu'ils ont prises durant le déroulement du projet.

La méthode de Herbsman et Ellis a l'avantage de couvrir l'ensemble de la gestion de projet, de la planification à l'analyse finale des résultats. Toutefois, seule l'exécution est simulée; d'autre part, les problèmes humains n'interviennent nullement dans cette simulation (Voir [Herbsman 1986], [Herbsman 1988]).

3.2.6. Le simulateur APS

APS est basé sur un "Base Case" (une étude de cas), ainsi que sur le principe "in-basket" - c'est-à-dire sur des événements qui surviennent sous forme de documents (lettres, rapports, Fax) dans le courrier du chef de projet. L'équipe en formation étudie d'abord le "Base Case", puis doit réagir aux divers événements simulés. Cette sorte de simulation ne nécessite pas d'ordinateurs durant la formation, puisque les événements sont décrits sur papier; mais elle peut se faire également avec les événements qui apparaissent sur un PC [Phoenix 1986].

3.2.7. Le simulateur SESAM

Schneider a développé un simulateur pour modéliser le déroulement de projets informatiques. Ce simulateur, développé dans le cadre du projet SESAM de l'Université de Stuttgart, se caractérise par une particularité fort intéressante: il dispose d'une notation, sous forme de graphe, permettant de définir aisément un nouveau modèle. Les composants de SESAM sont les suivantes:

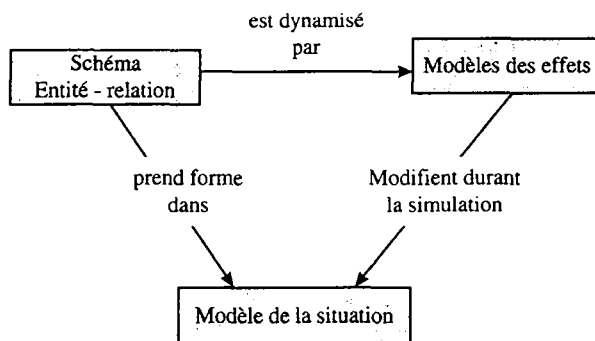


Figure 15: Les composants du simulateur SESAM

Le processus est le suivant: après avoir défini quels éléments du processus de développement de logiciel devront être intégrés dans le modèle, on définit dans un schéma entité-relation quelles classes d'entités et quelles relations seront permises dans le modèle. Une série de règles fixent ensuite la dynamique du système. Enfin, une situation concrète sera modélisée en introduisant les valeurs initiales du système, qui définiront les particularités d'un projet de développement de logiciel.

Des éditeurs semi-graphiques permettent de définir/modifier les schémas, les règles et les situations.

Ce simulateur se caractérise par une grande flexibilité au niveau de l'élaboration du modèle. Au niveau des facteurs humains, il modélise un seul facteur: la motivation des collaborateurs [Schneider 1994].

3.2.8. Autres simulateurs

Dans le simulateur APMCST, les utilisateurs développent un plan initial, avec délais, budget et ressources. Puis le système présente à l'utilisateur des alternatives de décisions, et chaque décision est immédiatement évaluée par le système, qui donne un feed-back. Si la réponse est mauvaise, le système avertira l'utilisateur de son erreur. L'apprentissage a donc lieu immédiatement [Knutson 1989].

Lardera et Sallier ont développé un modèle explicatif permettant de construire un simulateur dynamique de formation en gestion de projet [Lardera 1992].

Suda décrit un simulateur basé sur des événements qui surviennent durant le projet [Suda 1992].

3.3. Les enseignements des simulateurs actuels

L'utilisation des simulateurs de formation a permis de faire des expériences intéressantes que nous allons présenter brièvement dans les lignes qui suivent.

3.3.1. Travailler en groupe

Dans la formation avec simulateur, il est très important que ce soit un groupe, et non un individu, qui utilise le simulateur [Stokes 1993]. Ceci permet de faire l'expérience des conflits dans le groupe, avec la nécessité de résoudre le conflit pour avancer dans le projet.

Dans la réalité, le chef de projet passe plus de la moitié de son temps en communication, et il est primordial que la formation tienne compte, au niveau de la forme, de cet impératif. Afin que les utilisateurs aient des discussions suffisamment conflictuelles, il faut leur soumettre des décisions, des choix à effectuer entre des buts conflictuels (par exemple coûts et délais, coûts et qualité).

3.3.2. Compétition

Plusieurs auteurs soulignent la nécessité de maintenir une compétition entre les groupes pour augmenter la motivation et l'enjeu [Grander 1994]. Lush met en garde contre une compétition excessive qui pourrait nuire à l'effet d'apprentissage [Lush 1995].

3.3.3. Complexité

Afin que le sentiment d'immersion totale apparaisse, la simulation doit être relativement complexe. Il faut éviter que des mécanismes trop simples puissent être découverts par les utilisateurs. Cependant, la complexité du simulateur ne doit pas être trop grande, sans quoi l'utilisateur ne pourra pas se créer un modèle adéquat. L'utilisateur doit avoir l'impression de conserver le contrôle de la situation: "(...) loss of control leads to the negative emotional consequences, which override problem-solving thought" [Funke 1988].

3.3.4. Informations

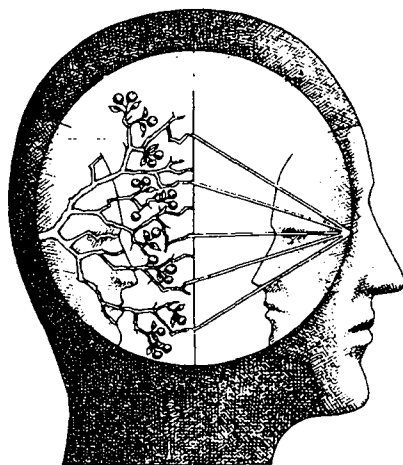
Le simulateur doit être très réaliste au niveau des détails pour augmenter la crédibilité de l'ensemble. Au niveau de l'information: *il ne faut pas donner toute l'information*, mais permettre aux utilisateurs de définir eux-mêmes leurs stratégies de recherche d'information. Rost et Strauss ont montré que la présentation des informations sous formes de graphiques dans un simulateur (par opposition à une présentation sous forme de tables) facilitait la formation d'un modèle mental adéquat et augmentait la capacité de résolution de problème [Rost 1993].

3.3.5. Aspects ludiques

Fondamentalement, un simulateur ne doit pas ressortir de la catégorie des programmes informatiques, avec toutes les inhibitions, peurs, difficultés d'apprentissage que cela implique pour les utilisateurs. *Un simulateur doit appartenir à la catégorie des jeux vidéo*, doit être ludique. Notre ambition est de créer le premier simulateur de gestion de projets d'utilité ludique reconnue...

Une des exigences fondamentales, c'est d'avoir un résultat à atteindre, et de pouvoir constamment voir le "score" obtenu. La concurrence avec d'autres groupes est également une caractéristique importante de l'aspect ludique.

Afin que l'aspect ludique puisse exister, il faut que les gens aient l'impression de pouvoir influencer réellement la simulation. Les utilisateurs doivent avoir l'impression que le jeu est "fair-play": ceci exclut l'utilisation de générateurs de hasard, qui pourraient favoriser ou défavoriser une équipe. Les événements seront donc déterminés (ce qui n'exclut pas le fait que les utilisateurs peuvent les ressentir comme dus au hasard, comme le remarque fort bien Schneider [Schneider 1994]).



4. Analyse qualitative des facteurs humains

Dans ce chapitre, nous allons décrire l'enquête qualitative que nous avons menée auprès d'une centaine de chefs de projet pour faire l'inventaire des facteurs humains qui affectent les projets. Nous allons décrire la démarche, la construction du questionnaire, le choix du public-cible, puis présenter et analyser les résultats.

Ces résultats seront ensuite utilisés comme base pour une seconde enquête dans laquelle nous allons quantifier les relations trouvées lors de la première enquête.

4.1. Démarche

Dans une première phase, nous devons définir quels sont les facteurs humains que nous allons prendre en considération pour la modélisation. Pour identifier les facteurs humains qui affectent les projets, nous avons fait un questionnaire pour chefs de projet.

Nous leur avons demandé d'indiquer quels problèmes ils ont rencontré, au niveau des facteurs humains, dans des projets auxquels ils ont participé. Ensuite, nous leur avons demandé d'identifier les éléments ayant contribué au succès du projet - toujours au niveau des facteurs humains. Comme l'aspect qualitatif de ce premier questionnaire prime sur l'aspect quantitatif, ce questionnaire était ouvert.

La méthode utilisée est dérivée de la méthode appelée "Project Echo", qu'avaient utilisée Pinto et Slevin [Pinto 1987] dans leur enquête sur les facteurs de succès des projets. Cette méthode a par ailleurs été reprise par Lechler, qui a procédé, en Allemagne, à une réplique de l'étude Pinto [Lechler 1992].

Notons que Slevin et Pinto s'étaient limités à l'étude de projets s'étant terminés avec succès. Pour notre but, nous avons étudié l'ensemble des projets, qu'ils aient abouti ou non. Nous avons demandé aux participants de répondre à trois questions:

- ◆ Quels sont les principaux problèmes qui sont apparus au niveau des facteurs humains ?
- ◆ Quels sont les éléments qui, au niveau des facteurs humains, ont contribué au succès du projet ?
- ◆ Rétrospectivement, quelles sont à votre avis les 5 mesures que l'on aurait pu prendre, au niveau des facteurs humains, pour limiter ou éviter les problèmes mentionnés plus haut, et pour augmenter les chances de succès du projet?

Ce premier questionnaire devait donc nous permettre d'obtenir trois séries d'informations:

- ◆ d'abord une liste des problèmes rencontrés au niveau des facteurs humains,
- ◆ ensuite une liste des facteurs positifs,
- ◆ enfin une liste des mesures qui favorisent ou défavorisent l'apparition de problèmes.

4.2. Construction du questionnaire

Le questionnaire comportait trois parties:

- ◆ une introduction,
- ◆ des questions générales sur le projet,
- ◆ les questions ouvertes.

Dans l'introduction, nous avons expliqué dans le cadre de quelle recherche se faisait cette enquête. Pour éviter des confusions, nous avons également donné une brève définition des deux termes centraux: *Projet* et *facteurs humains*. Nous avons également ajouté, par souci de clarification, quelques exemples de facteurs humains.

Pour augmenter le taux de réponses, nous avons insisté sur la petite taille de notre échantillon et l'importance que revêtaient leurs réponses pour notre recherche.

4.2.1. Données générales sur le projet

Pour mieux cerner les caractéristiques des projets, nous avons ajouté quelques questions concernant le projet auquel les gens pensaient en remplissant le questionnaire:

- ◆ Le but du projet:
- ◆ Date de début et de fin:
- ◆ Le nombre de personnes participant au projet:
- ◆ Ce projet s'est déroulé dans le pays suivant:
- ◆ Mon rôle dans ce projet était le suivant:
- ◆ Projet terminé avec succès / par un échec / projet encore en cours:

♦ Domaine du projet (R&D/organisation/marketing/génie civil/autre):

Nous avons demandé aux personnes remplissant le questionnaire d'indiquer quel avait été leur rôle dans le projet. Ces données nous ont permis de vérifier que les questionnaires étaient bien remplis par des chefs de projet. Les indications sur la taille du projet nous ont permis par la suite de vérifier que tous les projets avaient une taille suffisante (voir dans l'Annexe 9, en page 219, le questionnaire N°1 définitif).

4.2.2. Les questions ouvertes

Les questions ouvertes ont été formulées de la manière la plus simple possible, pour éviter d'introduire des limitations dans le champ des réponses données.

Pour chacune des trois questions ouvertes du questionnaire, il y avait des cases prévues pour 5 réponses possibles (donc 5 problèmes, 5 éléments de succès et 5 mesures). Le questionnaire comprenait 6 pages au total.

4.3. Choix public-cible. Adresses.

4.3.1. Limitation à la Suisse romande

En comparant avec d'autres enquêtes analogues menées principalement aux USA, nous avons décidé que 70 réponses seraient suffisantes pour notre travail. Pour avoir 70 réponses, et en tablant sur un taux de réponse de 50%, il nous fallait 140 adresses.

Pour des raisons pratiques, nous avons préféré nous limiter, pour ce premier questionnaire, à la Suisse romande. Le fait de ne pas devoir traduire les réponses simplifiait en effet fortement le travail d'analyse des réponses ouvertes (les réponses reçues représenteront plus de 80 pages dactylographiées!).

4.3.2. Comment atteindre le public-cible ?

Nous voulions soumettre ce questionnaire à 140 chefs de projet. Comment trouver ces adresses? Pour ce faire, nous avons pensé nous adresser aux directeurs du personnel d'entreprises en Suisse romande, en leur demandant de nous indiquer les noms de 3-5 chefs de projet.

Il a fallu tout d'abord établir une liste des entreprises de Suisse Romande qui entraient en ligne de compte - ce qui fut fait par les listes cantonales des entreprises. L'Annexe 2, en page 211, mentionne les entreprises que nous avons retenues. Nous avons ensuite cherché le nom du directeur du personnel de ces entreprises, et lui avons envoyé une lettre lui demandant de nous fournir les noms de 3-5 chefs de projet (lettre reproduite dans l'Annexe 3, en page 213). Cette lettre a été envoyée à 71 entreprises, dont 57 ont répondu. Il a fallu envoyer 62 rappels pour obtenir les réponses.

Nous avons nettement sous-estimé le temps de réponse: malgré l'envoi de rappels, certaines entreprises ont mis jusqu'à trois mois pour répondre. Ceci a quelque peu perturbé le planning de notre travail. Cependant, la méthode choisie s'est avérée bonne: nous avons obtenu sans trop de difficultés 160 adresses de chefs de projet.

Cette méthode garantissait une très haute qualité de l'échantillon: les adresses concernaient effectivement uniquement des chefs de projet.

4.4. Questionnaire pilote

Avant d'envoyer le questionnaire aux chefs de projet, nous avons effectué une petite enquête pilote, dont le but était de vérifier que le questionnaire soit bien compris et que les réponses soient utilisables.

4.4.1. Distribution

Pour le questionnaire pilote, nous avons choisi un public facile à atteindre: nous nous sommes adressés aux participants d'un cours MBA, soit une trentaine de personnes. Nous avons reçu 12 questionnaires en retour. De plus, 4 chefs de projet, participant à un de nos séminaires de formation de chef de projet, ont également rempli le questionnaire.

Les 16 questionnaires retournés constituent un échantillon raisonnable pour une enquête pilote. Les réponses apportées aux questions sur la taille du projet et sur sa durée nous permettent de conserver l'ensemble des questionnaires (aucun projet n'était trop petit pour être éliminé).

4.4.2. Résultats du questionnaire pilote

Cette méthode semblait appropriée, les informations fournies étaient utilisables. Les gens comprenaient correctement ce que nous entendions par "Facteurs Humains", ils donnaient des réponses qui faisaient sens.

Toutefois, un problème important résidait dans le fait qu'il était impossible de déterminer quels facteurs étaient concernés par les mesures proposées. En effet, les participants devaient indiquer:

- ◆ les problèmes rencontrés,
- ◆ des mesures qui auraient pu être prises,

sans que l'on sache quelle mesure correspond à quel problème.

De plus, il nous manquait une information sur la cause des problèmes mentionnés. Nous avons donc modifié la construction du questionnaire, en posant les 5 questions suivantes:

1. Citez un problème apparu au plan des "facteurs humains"
2. Quelle fut sa cause ?
3. Quelle mesure eut-on pu prendre pour éviter ce problème ?
4. Citez un facteur de succès au plan des "facteurs humains"
5. Est-ce qu'une mesure avait été prise pour favoriser l'apparition de ce facteur ?

Une telle construction permet de mettre en évidence les relations de cause à effet:

- ◆ entre les mesures et les problèmes,
- ◆ entre les mesures et les facteurs de succès.

L'Annexe 9, en page 219, contient la version définitive du Questionnaire 1.

4.5. Questionnaire définitif

4.5.1. Envoi

Nous avons envoyé au total 162 questionnaires aux chefs de projet dont nous avons obtenu l'adresse par l'intermédiaire des entreprises. Nous avons joint une lettre d'accompagnement qui expliquait le sens de la démarche et de la recherche (voir Annexe 8, en page 218). Ici également, nous avons dû envoyer assez systématiquement des rappels (jusqu'à trois rappels!) pour augmenter le taux de réponses. Le 10 août, après avoir envoyé 162 questionnaires, nous avons reçu 103 questionnaires remplis, ainsi que 8 questionnaires vides (des personnes qui ne pouvaient pas répondre, pour des questions de temps en général).

4.5.2. Taux de réponses

Le taux de réponses utilisables se monte ainsi à 63.5%, ce qui est très élevé pour ce genre d'enquête. Ce taux de réponses très élevé peut être expliqué par trois raisons:

Dans la lettre d'accompagnement du questionnaire, nous disions ceci: "Nous avons demandé à la Direction de votre entreprise de nous indiquer les noms de quelques chefs de projet susceptibles de répondre à un tel questionnaire - c'est ainsi qu'elle nous a indiqué votre nom." Cette référence à la Direction de leur entreprise a peut-être incité les gens à répondre.

D'autre part, une présentation soignée de l'envoi (lettre personnalisée, signée, envoi dans un dossier, présence d'une enveloppe-réponse adressée et affranchie) a sans doute contribué à souligner le sérieux de la démarche.

Enfin, l'envoi systématique de rappels en cas de non-réponse a été un facteur capital (tant pour obtenir les adresses des chefs de projet que pour obtenir les questionnaires remplis).

4.6. Analyse des résultats

4.6.1. Données générales sur le projet

La première page du questionnaire comportait quelques questions générales sur les projets, afin de pouvoir éliminer les projets de taille trop petite. Les réponses données nous ont fourni quelques données intéressantes.

En ce qui concerne la taille des projets: la durée moyenne était de 23.3 mois, la médiane de 18.5 mois. Le nombre moyen de personnes participant au projet se monte à 13 (avec une médiane de 8). L'effort moyen est de 29.9 personnes années, avec une médiane de 12.8.

Ces chiffres semblent élevés: en fait, comme nous n'avions pas demandé si les personnes travaillaient à temps plein sur le projet, il semble que toutes les personnes ayant contribué au projet ont été citées; l'effort moyen est ainsi erroné.

Le projet le plus petit avait une durée de 4 mois avec 5 personnes.

Nous avons donc pu garder toutes les réponses, aucun des projets ne se situant au-dessous de la limite de 10 personnes-mois que nous nous étions fixée.

En ce qui concerne la répartition géographique: 74% des projets se sont déroulés entièrement en Suisse, le reste entièrement ou partiellement à l'étranger.

Nous avons également demandé si le projet s'était terminé par un échec, un succès, ou était encore en cours. 61 projets se sont terminés par un succès, 4 par un échec. Cette proportion de succès semble également très élevée. DeMarco, qui a analysé plus de 500 projets informatiques aux USA, estime par exemple le taux d'échec à 15% pour l'ensemble des projets, et à 25% pour les projets de longue haleine [DeMarco 91]. Même si le taux d'échec des projets informatiques est plus élevé que la moyenne des projets, nous pensons que le rapport de 61:4 est élevé. Il est possible que les personnes aient délibérément choisi de décrire un projet qui s'est terminé avec succès - on ne parle pas volontiers de ses échecs... En l'absence de statistiques plus précises sur les taux d'échec ou de succès des projets en Suisse, il nous est impossible de juger de la représentativité de l'échantillon de ce point de vue-là.

En ce qui concerne les domaines d'activité, la répartition était la suivante:

Développement	34
Organisation	9
Marketing	1
Génie civil	4
Chimie/Pharmacie	5
Ressources humaines	6
Production	18
Autre	15

Figure 16: Domaines d'activité des projets du questionnaire N°1

Enfin, en ce qui concerne le rôle dans le projet de la personne qui avait rempli le questionnaire, il s'agissait soit de chef de projet, soit de chef de sous-projet. L'échantillon était donc parfait de ce point du vue-là.

4.6.2. Qualité des réponses

Ce qui frappe tout d'abord, c'est le fait que les chefs de projet aient rempli les questionnaires de manière très détaillée, scrupuleuse. Si l'on exclut les informations générales sur le projet (la première page du questionnaire), les réponses d'un questionnaire comprennent en moyenne 1800 caractères, soit l'équivalent d'une page entière dactylographiée. On sent que les personnes ont répondu volontiers à ce questionnaire, ajoutant nombre de détails, de remarques, d'anecdotes; plusieurs personnes ont demandé à avoir les résultats de cette recherche.

Le temps et le soin mis par les gens à remplir ce questionnaire est un indicateur important de la qualité des résultats.

Dans la lettre d'accompagnement, nous avons précisé que ces renseignements seraient traités de manière confidentielle. C'est pourquoi nous avons supprimé, dans les quelques réponses que nous citerons, toute référence permettant, directement ou indirectement, d'identifier des personnes ou des entreprises.

Avant de procéder à leur analyse, rappelons brièvement les questions qui étaient posées dans le questionnaire:

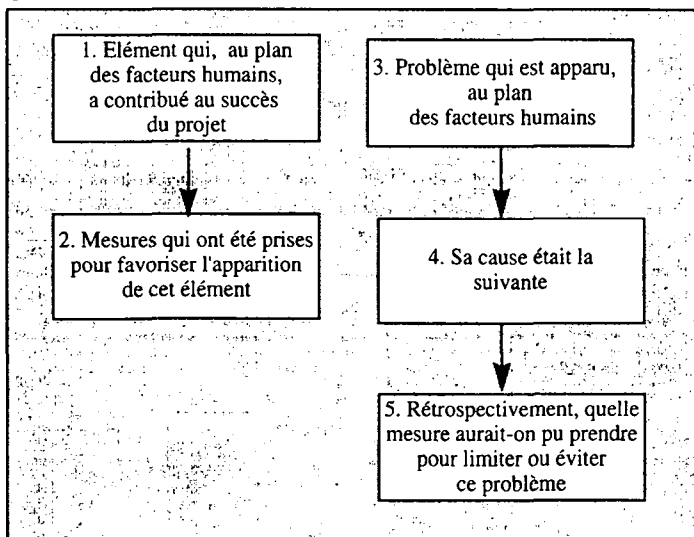


Figure 17: Les questions posées dans le questionnaire N° 1

4.6.3. La démarche de l'analyse

Les questionnaires nous avaient fourni une moisson de données, qui ne deviendraient utilisables que si nous parvenions à regrouper les réponses dans des catégories significatives. Ce travail de regroupement s'est fait de manière itérative, avec une large utilisation d'outils informatiques.

Dans une première analyse, nous n'avons pas cherché à créer des catégories générales, mais au contraire à créer des catégories très fines, pour ne pas trahir les réponses et "coller" le plus possible aux réponses données. Ceci nous a conduit à multiplier le nombre de catégories - conscients du fait qu'un regroupement en catégories plus générales pourrait se faire ultérieurement.

La distinction entre mesure et élément, de même que la distinction entre problème, cause et mesure, n'ont pas été respectées dans certaines réponses, des "mesures" figurant sous "élément" et vice-versa. Nous avons procédé ainsi avec ces cas particuliers:

- ◆ Si des “éléments” figuraient comme “mesures”, nous avons admis que certains éléments pouvaient être la cause d’autres éléments. (Exemple: “Avoir conscience de l’enjeu” est une cause de “Motivation”)
- ◆ Si des “mesures” figuraient sous “élément” ou “problème”, nous les avons comptées sous “mesures”.

4.6.4. Analyse des “Éléments ayant contribué au succès du projet”

Les deux premières questions du questionnaire étaient les suivantes:

- ◆ Pourriez-vous indiquer un élément qui, au plan des facteurs humains, a contribué au succès du projet ?
- ◆ Quelles sont la/les mesures qui ont été prises pour favoriser l’apparition de cet élément?

Quelle est la différence entre “éléments” et “mesure”? Le terme d’élément désigne un état de fait (p. ex. la confiance au sein de l’équipe), alors que le terme de mesure désigne une action effectuée, une mesure prise en vue de changer un état de fait (exemple: “Planifier des séances d’équipe fréquentes” afin de créer “Confiance au sein de l’équipe”). Les mesures seront donc décrites avec des phrases commençant par des verbes.

Ces deux questions nous ont donc fourni trois catégories d’informations:

- ◆ les éléments contribuant aux succès,
- ◆ les mesures,
- ◆ les relations entre les mesures et les éléments.

Premier tri

Chaque questionnaire comprenait 5 questions sur les éléments ayant favorisé le succès et les mesures prises à cet effet. Avec 103 questionnaires, nous avons donc 515 réponses possibles. En fait, seules 294 réponses ont été données (certains questionnaires ne mentionnant qu’un ou deux éléments).

Une certaine quantité de réponses ne traitaient pas des facteurs humains, mais de facteurs techniques, financiers, ou de stratégie d’entreprise. Nous avons dû ainsi éliminer 41 réponses.

Nous avons donc analysé les 253 réponses restantes. Certaines réponses comportaient plusieurs concepts, tant pour les mesures que pour les éléments. D’autres ne comportaient que des mesures, mais pas d’éléments. Enfin certaines comportaient des éléments, mais pas de mesures.

- ◆ 163 comportaient 1 seul élément
- ◆ 55 comportaient 2 éléments
- ◆ 121 comportaient 1 seule mesure
- ◆ 86 comportaient 2 mesures

La table suivante montre quelques exemples des réponses obtenues pour les éléments ayant favorisé le succès des projets.

Élément qui a contribué au succès	Mesure prise pour favoriser cet élément
Peu de conflits entre personnes durant le déroulement du projet.	<= Définitions claires des priorités des projets qui ont facilité les décisions.
Cohésion de l'équipe interne de la compagnie.	<= <ul style="list-style-type: none"> - Ambiance (plaisanterie, etc.) - Reconnaissance du travail accompli - Mise au point d'une casquette aux couleurs du projet.
Cours de formation et bons outils informatiques pour la conception de circuits intégrés.	<= Juste avant le commencement du projet, un bon budget a été mis à disposition du groupe électronique pour engager des ingénieurs et acheter du bon matériel. C'était un choix politique de l'ancienne direction. Spécialisation personnelle par des cours.
Certains membres du projet furent stimulés par le fait qu'ils travailleraient plus tard dans la nouvelle installation, pendant plusieurs années.	<= Mettre également dans l'équipe des personnes qui ont intérêt à ce que le projet aboutisse.
Cohésion — Confiance	<= <ul style="list-style-type: none"> - Droit à l'erreur - Formation d'un groupe responsable et non d'une personne - Chiffrage périodique des gains obtenus et des objectifs.
Motivation des personnes impliquées dans le projet en terme d'adhésion aux objectifs fixés.	<= <p>Information complète et détaillée donnée aux intéressés sur la méthode, sa logique et les objectifs à atteindre.</p> <p>Information avant le projet et régulièrement au fur et à mesure de son avancement.</p>
Très forte visibilité du projet à l'intérieur de la compagnie.	<= Explication aux collaborateurs puis suivi dans les communications: but / objectif très clair.

Figure 18: Exemples d'éléments favorisant le succès avec les mesures associées

Pour définir les catégories, nous avons utilisé un processus itératif: chaque affinement, chaque nouvelle définition de catégorie impliquait de repasser par les réponses déjà

analysées. Comme nous l'avons déjà dit, nous avons cherché à avoir des catégories très fines pour mieux appréhender le contenu des réponses.

Nous nous sommes demandé dans quelle mesure les noms des catégories devaient correspondre aux concepts utilisés en psychologie, en sociologie d'organisation ou dans l'étude des comportements, ou au contraire devaient correspondre aux termes utilisés par les chefs de projet. La réponse à cette question dépend du but de ce travail. Or notre but est de construire un simulateur de formation pour les chefs de projet, simulateur qui modélisera et montrera certaines variables. Puisque ces termes seront visibles lors de la simulation, il importe d'utiliser des termes qui soient compréhensibles pour les chefs de projet. Nous avons donc opté pour l'utilisation de termes correspondant à ceux utilisés dans les réponses au questionnaire.

Afin de montrer comment nous avons regroupé les réponses en catégories, prenons un exemple: nous avons regroupé les 11 éléments suivants dans la catégorie "Esprit d'équipe":

Un esprit d'équipe très développé nous a permis de tenir tête à l'ensemble de l'entreprise, peu convaincue de l'utilité de notre démarche.	E 126.2
Esprit d'équipe	E 132.3
Solidarité entre les gens de l'équipe	E 165.2
Bonne collaboration entre les personnes concernées.	E 235.5
Bonne collaboration et acceptation des inconvénients par les intéressés qui devaient poursuivre leur travail en parallèle et à proximité immédiate des travaux de génie civil, de démontage des anciennes machines et le montage des nouvelles installations.	E 101.3
Esprit d'équipe des participants et opiniâtreté du leader, même dans les difficultés liées au changement de management.	E 245.1
Arrivée d'une nouvelle personne dans le projet avec de nouvelles vues. (Esprit de «teamwork» + communication).	E 121.4
Team work	E 244.2
Relations personnelles entre les participants au projet.	E 259.1
Bonne entente dans les équipes de développement, améliorant ainsi la rationalisation dans la conception du produit.	E 252.1
Excellente camaraderie entre les personnes formant le groupe de travail.	E 198.2

Figure 19: Les réponses qui ont été classées dans la catégorie "Esprit d'équipe"

Si certaines réponses sont faciles à classer, il en est d'autres où nous nous sommes demandé s'il fallait créer de nouvelles catégories "Bonne collaboration", ou "Entente, relations personnelles". Le principe que nous avons suivi pour créer de nouvelles catégories était le suivant: il fallait que l'une des deux conditions suivantes soit remplie:

- ♦ la nouvelle catégorie était éloignée de celles qui l'entouraient
- ♦ il y avait une quantité non négligeable de réponses qui entraient dans cette catégorie.

Afin de simplifier ce travail de classification, nous avons utilisé beaucoup d'outils informatiques: les réponses de tous les questionnaires ont d'abord été saisies sur une pile Hypercard. Les réponses contenaient plus 180'000 caractères, sans tenir compte des données générales relatives au projet. La page suivante montre une vue de la pile Hypercard utilisée pour la saisie des données.

Questionnaire numéro **P 127.1** Problème

Problème N° 1
Relation entre les hommes de la recherche et ceux du développement du produit

Cause
Les buts poursuivis par les ingénieurs de recherche ne coïncident pas toujours avec ceux des ingénieurs de développement qui eux-mêmes doivent être sensibilisés à une bonne finition du produit et au coût de fabrication.

Mesure
Mettre en contact les ingénieurs de recherche avec la fabrication, le contrôle et le calibrage du produit ainsi que le service de vente proche des utilisateurs

Figure 20: Vue des outils de saisie des données

Ensuite, nous avons développé des outils pour l'analyse, qui nous permettaient de faire apparaître chaque réponse, et d'y associer simplement, au moyen de menus déroulants, les catégories que nous avons définies. Ces outils, développés également sous Hypercard, ont beaucoup facilité le processus de regroupement des catégories. Ce faisant, nous conservions, sous forme informatique, les relations entre chaque élément et la ou les mesures qui l'avaient favorisé. Ces relations seront traitées plus loin, dans les tris croisés, en page 81 et suivantes.

La figure suivante représente une vue de l'outil d'analyse des éléments.

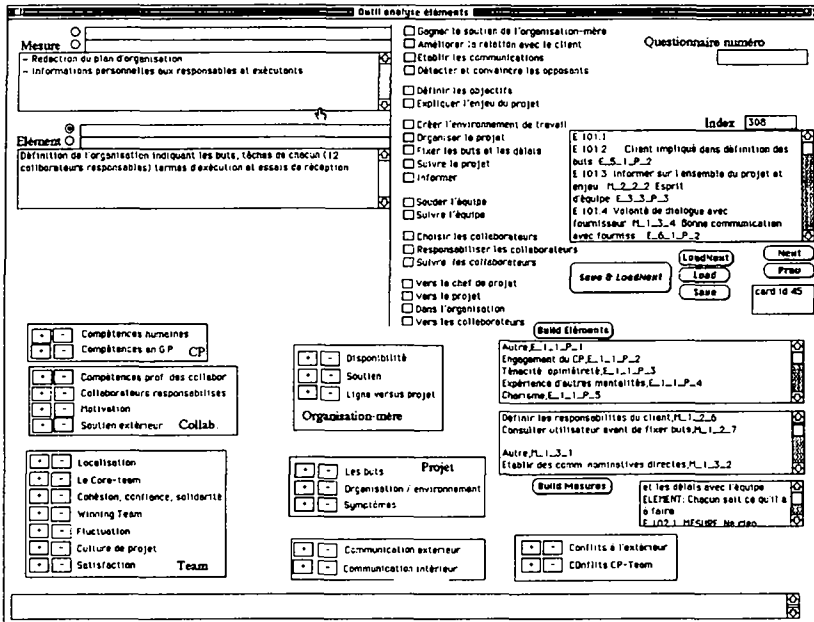


Figure 21: Vue de l'interface du logiciel développé pour l'analyse des éléments

Grâce à ce logiciel, nous pouvions conserver une vue d'ensemble, et faire apparaître chacune des réponses du questionnaire, en même temps que les catégories dans lesquelles les réponses seraient classées. Le logiciel permettait la création de nouvelles catégories, et permettait de voir toutes les réponses ayant été classées dans une catégorie donnée. Ceci nous a grandement facilité la définition itérative des catégories. Le logiciel, développé dans l'environnement Hypercard, représente plus de 50 pages de programmation (scripts).

Avec cet outil, nous avons donc regroupé les 273 éléments des réponses dans 70 catégories fines, dont la liste se trouve dans l'Annexe 10, en page 221.

Quels sont les facteurs cités le plus souvent ? La table ci-dessous montre les facteurs qui ont été cités plus de trois fois. On remarque d'emblée que la motivation est de loin le facteur le plus cité. Toutefois, les facteurs liés à l'équipe sont également très importants: cohésion, esprit d'équipe, complémentarité de l'équipe, confiance au sein de l'équipe.

Motivation (aimer ce que l'on fait, le faire bien)	37
Cohésion de l'équipe	14
Engagement investissement personnel (faire beaucoup)	12
Esprit d'équipe	11
Voir le projet comme un défi	11
Bonne communication avec client	11
Complémentarité de l'équipe, synergie	10
Soutien de la direction	10
Compétence professionnelle	8
Bonne communication au sein du projet	7
Ténacité, opiniâtreté	6
Autre	6
Chacun sait ce qu'il a à faire	6
Bonne ambiance	6
Confiance au sein de l'équipe	5
Sentiment d'être un "Winning Team"	5
Bonne collaboration entre les départements	5
Charisme	4
Chacun sent que son savoir-faire est apprécié	4
Motivation du core-team	4
Aide mutuelle au sein de l'équipe	4
Esprit d'initiative, réaction face à des situations nouvelles	4
Disponibilité (temps) des collaborateurs	4

Figure 22: Les facteurs cités le plus souvent

Il serait bien sûr audacieux d'en tirer la conclusion que les facteurs cités le plus souvent sont également les plus importants. Gardons en mémoire le fait que nous n'avons pas mesuré objectivement l'effet de ces facteurs sur le succès du projet, mais que nous avons demandé l'avis - parfaitement subjectif - du chef de projet. Nous avons deux filtres perceptifs successifs qui agissent sur la perception qu'ont les chefs de projet de la situation:

Le premier filtre, c'est l'absence de concept pour désigner un facteur humain. Les chefs de projet sont en grande partie ingénieurs ou techniciens, et certains d'entre eux ne connaissent peut-être pas certains concepts (p. ex. concepts de responsabilisation, ou de teambuilding, etc.). Dans les interviews que nous avons faites avec des chefs de projet, nous avons vu que le concept de "motivation" était véritablement le concept passe-partout dans le langage des chefs de projet.

Le second filtre est constitué par les intérêts personnels du chef de projet. Il est remarquable que, dans leurs réponses, de nombreux chefs de projet valorisent fortement leur action. Quelques exemples d'éléments de succès cités par les chefs de projet:

- ♦ "Mon optimisme à moi."
- ♦ "Opiniâtreté du leader, même dans les difficultés liées au changement de management".
- ♦ "Le charisme du chef de projet"
- ♦ "La grande capacité du chef de projet à gérer les difficultés."

On pourrait sans peine imaginer que les chefs de projet ont eu tendance, volontairement ou non, à taire certains facteurs négatifs dont ils portaient la responsabilité (nous verrons ce point plus loin, dans l'analyse des problèmes).

Le regroupement des catégories

Après avoir groupé les réponses en catégories très fines pour "coller" à la réalité, nous avons été confrontés au problème du regroupement de ces catégories. En effet, les 70 catégories initiales étaient manifestement trop nombreuses.

Pourquoi ce regroupement ? Pour deux raisons. Tout d'abord pour servir de base au questionnaire N°2, dans lequel nous chercherons à quantifier les interactions - et nous ne pouvions pas quantifier trop de facteurs. Ensuite, bien sûr, pour la construction du simulateur, dans lequel nous voulons simuler un nombre raisonnable de variables.

Pour le choix de critères de regroupement, nous avons utilisé le même principe que dans le choix des catégories: essayer d'utiliser les mêmes termes que ceux qu'avaient utilisé les chefs de projet dans leurs réponses.

En ce qui concerne le nombre de catégories après le regroupement, nous avons procédé de manière très pragmatique: il nous fallait avoir une quantité de catégories permettant, par la suite, de quantifier les effets des mesures sur ces catégories. Pour ne pas agrandir trop la taille du second questionnaire, nous avons cherché à avoir au maximum une vingtaine de catégories.

La liste complète des catégories des éléments de succès se trouve dans l'Annexe 10, en page 221. Elle montre comment ont été regroupées les catégories (sous "Autre" figurent des réponses éparses, mais qui pouvaient être regroupées dans la catégorie générale). Les chiffres qui figurent à droite indiquent la fréquence de citation des facteurs.

Ce regroupement servira de base à la quantification des facteurs humains, qui sera décrite dans le chapitre 5, en page 89.

Après avoir effectué l'analyse des éléments, nous avons continué notre travail en analysant les problèmes cités dans les questionnaires.

4.6.5. Analyse des problèmes

Chaque questionnaire comprenait 5 questions sur les problèmes rencontrés, leurs causes ainsi que les mesures que l'on aurait pu prendre pour éviter le problème. Avec 103 questionnaires, nous avons donc 515 réponses possibles. En fait, seules 310 réponses ont été données (certains questionnaires ne mentionnant qu'un ou deux problèmes).

Une certaine quantité de réponses ne traitaient pas des facteurs humains, mais de facteurs techniques, financiers, ou de stratégie d'entreprise. Nous avons dû ainsi éliminer 85 réponses.

Nous avons donc analysé les 225 réponses restantes. Certaines réponses comportaient plusieurs concepts, tant pour les problèmes, les causes que pour les mesures. D'autres ne comportaient que des mesures, mais pas de problèmes, ou pas de causes.

- ◆ 161 comportaient 1 seule mesure
- ◆ 22 comportaient 2 mesures
- ◆ 209 comportaient 1 seul problème
- ◆ 6 comportaient 2 problèmes
- ◆ 109 comportaient 1 seule cause
- ◆ 6 comportaient 2 causes

Ici également, nous avons utilisé une démarche itérative pour la détermination des catégories. Nous avons également employé nos outils informatiques pour analyser les réponses et les classer dans les catégories que nous avons développées.

Les problèmes cités ont ici aussi été regroupés en un nombre assez grand de catégories (73) afin de ne pas perdre la finesse des réponses.

La table suivante montre, à titre d'exemple, quelques réponses obtenues pour les problèmes, leurs causes ainsi que les mesures que l'on aurait pu prendre pour les éviter.

Problème	Cause	Mesure
Disponibilité des membres de l'équipe	<= Surcharge de travail	<= Prévoir dans la description de fonction la participation aux projets
Controverses à l'intérieur de l'équipe. Ceci a ralenti l'avancement du projet et créé des tensions difficiles à maîtriser	<= Chaque membre de l'équipe avait des intérêts opposés et de différents niveaux.	<= - Mieux définir les objectifs du projet et de l'équipe pour que tout le monde rame dans le même sens. - Mieux choisir les membres de l'équipe.
Salaire	<= La participation au projet ne rentre pas comme critère pour l'augmentation de fin d'année.	<= Tenir compte des participations aux projets pour la rémunération
Des problèmes et conflits entre les chefs de groupe	<= Structure trop lourde et responsabilités par suffisamment claires	<= Passer plus de temps ensemble pour définir ensemble toutes les responsabilités et pour créer une «culture» de projet
La communication verbale	<= Les mots n'ont pas toujours la même signification pour chaque individu	<= - Confirmation écrite des décisions importantes - PV des meetings
Conflit entre chef de projet et responsable de ligne de certaines instances participant au team.	<= Organisation matricielle, avec juxtaposition d'un primus inter pares n'ayant pas le même statut hiérarchique, d'où difficulté d'acceptance, conflit d'intérêt.	<= Définition plus précise des «zones grises» entre ligne et responsable du projet. Information et collaboration avec ligne.

Figure 23: Quelques exemples de problèmes cités dans les réponses

L'analyse de la partie des questionnaires comprenant les problèmes a été menée selon les mêmes méthodes que l'analyse de la première partie (qui contenait les éléments de succès). Nous avons ici également procédé de manière itérative pour définir les catégories, et utilisé également les outils logiciels que nous avons développé pour l'analyse des éléments.

La table ci-dessous indique les problèmes cités le plus fréquemment:

Manque de motivation	16
Mauvaise communication	13
Stress (trop de travail)	8
Manque de compétences professionnelles	7
Stress (angoisse de ne pas tenir délais)	7
Retard du projet	7
Mauvaise communication avec client	7
Conflit dans l'équipe	6
Insatisfaction avec heures supplémentaires	6
Pas de soutien du projet	6
Divergences sur choix techniques	5
Mauvaises relations au sein de l'équipe	5
Manque de disponibilité	5
Conflit entre chef de ligne et chef de projet	5
Buts pas clairs	5
Compétences mal définies	4
Frustration car insuccès	4
Un collaborateur démissionne	4
Mauvais suivi du projet	4
Trop d'erreurs	4

Figure 24: Les problèmes cités le plus souvent

Pour le regroupement des problèmes en catégories, nous avons employé les mêmes catégories que pour les éléments de succès (en fait, la définition des catégories s'est également faite de manière itérative en considérant à la fois les problèmes et les éléments de succès).

Par rapport aux catégories regroupant les éléments de succès, une nouvelle catégorie apparaît, appelée "Symptômes", et qui regroupe des problèmes techniques, de délai ou de qualité.

Cette unification des catégories simplifiera notre travail de quantification ultérieur.

La liste des catégories de problèmes, avec les fréquences de citation, se trouve dans l'Annexe 11, en page 223.

Analyse des causes

Après avoir analysé les problèmes, nous pouvons analyser leurs causes. Rappelons que les questionnaires posaient la question suivante:

- ♦ Indiquer un problème qui est apparu au plan des facteurs humains:
- ♦ Sa cause était la suivante:

En fait, nous avons été surpris par le fait que nous avons dû éliminer 47% des causes signalées. Pour 215 problèmes signalés, seules 115 causes ont été répertoriées. Ceci provient essentiellement du fait que les causes étaient une redite, une reformulation du problème, parce que manifestement le problème avait une cause soit triviale, soit qui se situait en dehors du cadre de la discussion.

Quelques exemples: Problème = encadrement, cause = léger manque d'encadrement du développeur. Problème = heures supplémentaires, cause = pas payées. Problème = locaux peu sympathiques (cave, bruit, mauvais éclairage, froid, etc.), cause = manque de place dans nos anciens locaux et économie mal placée au moment de notre déménagement. Problème = l'organisation interne de l'entreprise, cause = organisation améliorable pour fournir les développements. Problème = incompétence technique, cause = incompétent.

L'analyse des causes qui ont été retenues est intéressante. Si on les compare avec les éléments de succès, on est frappé par le fait que les causes se répartissent sur un grand nombre de catégories, dont aucune ne représente plus de 7% du total des causes. En regroupant les catégories, on voit que le problème de langue et de communication représente 11% des causes. La disponibilité, le fait de participer à plusieurs projets, la surcharge de travail, représentent ensemble plus de 10% des causes. Les problèmes d'organisation sont également cités (barrières entre départements, changements d'organisation, conflits entre départements, chefs de département contre le projet, col-laborateurs qui restent dans leur structure fonctionnelle).

La table suivante indique les causes les plus fréquentes:

Problèmes de langue	8	Compétences mal définies	3
Projet dure trop longtemps	6	Changement d'organisation	3
Manque de compétences prof.	6	Barrières entre départements	3
Buts pas clairs	6	Utilisateur pas consulté	2
Participation à plusieurs projets	5	Surcharge de travail	2
Mauvaise communication avec client	5	Pouvoir mis en cause	2
Manque de motivation	5	Perte du job en fin de projet	2
Buts trop élevés délais trop courts	5	Ne délègue pas	2
Pas l'habitude de travailler en projet	4	Distance géographique	2
Mauvaise communication	4	Différences culturelles	2
Manque de disponibilité	4	CP ne prend pas de décision	2
Manque d'intérêt pour le projet	3	Collaboration difficile dans l'équipe	2
		Attitude négative envers projet	2

Figure 25: Les causes des problèmes, avec la fréquence de citation

Lorsque nous avons cherché à catégoriser ces causes, il nous est apparu qu'elles ressortaient presque exactement des mêmes catégories que les éléments de succès (mais en négatif).

Un exemple: "Chacun sait ce qu'il doit faire" est un élément de succès, alors que "compétences mal définies" est une cause de problème.

Nous avons donc fusionné les catégories des éléments de succès avec les catégories des problèmes, créant la liste que nous appellerons "facteurs humains", et qui englobe également les causes de problèmes. Cette liste comporte 22 catégories globales qui seront analysées plus bas (voir page 86).

Après avoir analysé les éléments de succès, les problèmes et les causes, il nous reste à analyser les mesures. Rappelons que les questionnaires comprenaient deux types de mesures:

- ♦ celles qui auraient pu être prises pour éviter les problèmes,
- ♦ celles qui ont été prises pour favoriser l'apparition d'un élément de succès.

4.6.6. Analyse des mesures

L'analyse des mesures a été faite, elle aussi, en utilisant les mêmes outils logiciels - ce qui a permis de conserver les liens entre les mesures, d'une part, les éléments de succès et les problèmes, d'autre part.

Ci-dessous, nous reproduisons une petite partie de la liste des mesures: celle qui concerne les collaborateurs.

Dans cette analyse, nous avons regroupé dans une même catégorie les mesures qui étaient citées comme ayant favorisé un élément ou comme mesure que l'on aurait pu prendre pour éviter un problème. Prenons l'exemple de la ligne "Donner des responsabilités [compétence]". Elle est citée 12 fois comme facteur de succès ("donner des responsabilités" a contribué au succès), et 6 fois dans les problèmes ("donner des responsabilités" aurait pu éviter le problème qui est apparu).

La liste complète est assez volumineuse - elle figure en annexe, en page 225, avec indication de la fréquence des citations.

	Fréquence pour pro- blèmes	Fréquence pour élé- ments de succès	Fréquence totale
5. Les collaborateurs			
5.1. Choisir les collaborateurs			
Écarter une personne peu compétente	1	1	2
Remplacer une personne dans l'équipe	2	2	4
Définir avec précision le profil requis des collaborateurs	1	0	1
Choix des collaborateurs	2	11	13
Choisir des collaborateurs compétents	5	7	12
Choisir des collaborateurs motivés	2	3	5
Choisir un spécialiste externe	3	3	6
	16	27	43
5.2. Responsabiliser les collaborateurs			
Autre	0	5	5
Définir les responsabilités (être chargé de)	5	7	12
Donner des responsabilités (compétence)	6	12	18
Élaborer un cahier des charges pour chacun	1	2	3
Féliciter ceux qui prennent des risques	0	1	1
Donner l'impression à chacun que son rôle est indispen- sable	0	1	1
Faire participer les exécutants (ouvriers etc.) aux séances	0	2	2
Donner des responsabilités aux jeunes	0	1	1
Intégrer les gens au processus de décision	0	4	4
Impliquer membres de l'équipe dans associations prof	0	1	1
Donner plus de liberté	0	2	2
Utiliser les compétences de chacun	0	2	2
	12	40	52
5.3. Suivre les collaborateurs			
Favoriser la formation	9	3	12
Écouter chacun	1	4	5
Reconnaître apprécier les prestations de chacun	0	6	6
Donner assez de liberté aux collaborateurs	0	2	2
Faire des entretiens individuels	2	6	8
Contact journalier avec chaque personne	1	1	2
Discussions individuelles	0	3	3
Mieux encadrer et suivre les collaborateurs	10	0	10
Montrer son intérêt pour l'activité de chacun	1	2	3
Valoriser les collaborateurs	1	3	4
Aider individuellement ceux qui sont lents	0	1	1
	25	31	56

Figure 26: Exemples de mesures: celles qui visent les collaborateurs

Nous ensuite regroupé les mesures en 20 catégories, et la figure ci-dessous montre ces catégories, avec les fréquences de citation. Nous avons indiqué combien de fois chaque mesure avait été citée comme ayant favorisé un élément de succès, et combien de fois elle avait été citée dans le cadre d'un problème.

	Fréquence pour pro- blèmes	Fréquence pour élé- ments de succès	Fréquence totale
1. Les relations externes			
1.1. Gagner le soutien de l'organisation-mère	5	17	22
1.2. Améliorer la relation avec le client	4	13	17
1.3. Établir les communications	15	10	25
1.4. Détecter et convaincre les opposants	3	2	5
2. Les objectifs			
2.1. Définir les objectifs	7	3	10
2.2. Expliquer l'enjeu du projet	12	26	38
3. Gérer le projet			
3.1. Créer l'environnement de travail	5	6	11
3.2. Organiser le projet	13	18	31
3.3. Fixer les buts et les délais	9	13	22
3.4. Suivre le projet	3	9	12
3.5. Informer	4	26	30
4. L'équipe			
4.1. Souder l'équipe	9	23	32
4.2. Suivre l'équipe	3	14	17
5. Les collaborateurs			
5.1. Choisir les collaborateurs	16	27	43
5.2. Responsabiliser les collaborateurs	12	40	52
5.3. Suivre les collaborateurs	25	31	56
6. Les actions de la DG			
6.1. Vers le chef de projet	12	8	20
6.2. Vers le projet	10	1	11
6.3. Dans l'organisation	4	4	8
6.4. Vers les collaborateurs	14	2	16

Figure 27: Les mesures pour éviter les problèmes ou favoriser les éléments de succès, regroupées en 20 catégories.

Ce qui frappe d'emblée, c'est le fait que les mesures susceptibles d'éviter les problèmes ne sont pas les mêmes que celles qui favorisent les éléments de succès. En particulier, les mesures de la DG (6.1.. 6.4) sont citées nettement plus souvent pour éviter les problèmes, mais non pour favoriser les éléments de succès. Par contre, les mesures prises par le chef de projet, en particulier celles qui concernent l'équipe et les collaborateurs, sont citées bien plus souvent comme éléments de succès. Nous retrouvons ici le biais systématique qui découle du fait que les chefs de projet devaient eux-mêmes

sélectionner les facteurs humains - et qu'il y avait une tendance manifeste à souligner ses succès au détriment de ses erreurs...

Dans la table ci-dessous, les mesures ont été classées en catégories plus grossières. On y remarque clairement la dichotomie entre les actions de la DG et celles du chef de projet - en particulier en ce qui concerne la manière de gérer le projet et les actions vers l'équipe.

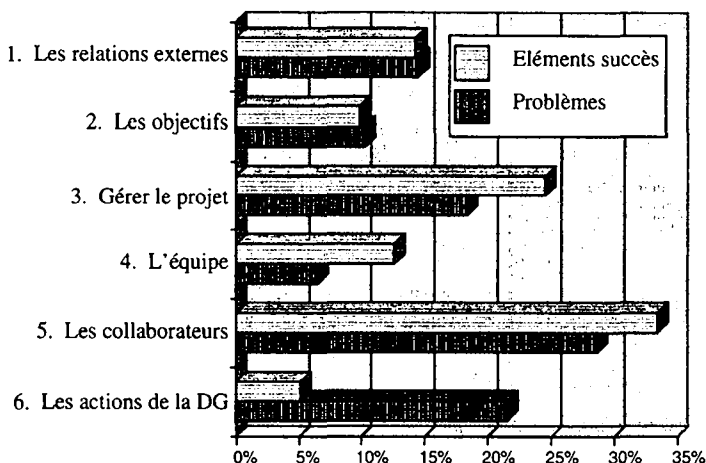


Figure 28: Les mesures, en fonction de leur effet (éviter les problèmes ou favoriser les éléments de succès)

Au lieu d'attribuer ces différences aux biais du chef de projet, on pourrait également en déduire que les mesures prises par la DG correspondent aux "facteurs d'hygiène" de Herzberg: ce sont des éléments nécessaires pour le succès, mais qui vont presque de soi; et les personnes qui ont répondu au questionnaire ont manifestement "oublié" ces éléments.

Il est difficile de lever cette ambiguïté - qui est inhérente à la méthode utilisée, dans laquelle les chefs de projet doivent en quelque sorte "juger" leur action.

Cette asymétrie entre facteurs du succès et d'échec a été également relevée par Iyer et Thomason. Avec les méthodes d'analyse de contenu, ils ont analysé les articles publiés dans la presse spécialisée sur la gestion de projet. Ils ont analysé la corrélation entre les facteurs de succès et le succès des projets [Iyer 1991].

Pour les projets ayant eu du succès, les facteurs cités le plus souvent sont, dans l'ordre:

- ♦ bonne planification,
- ♦ contrôle des délais,
- ♦ responsabilités clairement établies.

Pour les projets ayant rencontré un échec, les facteurs cités le plus souvent (comme étant des éléments qui ont été négligés, ou mal réalisés) sont, dans l'ordre:

- ♦ communication interne,
- ♦ communication externe,
- ♦ efficacité du travail d'équipe,
- ♦ processus de prise de décision.

Nos résultats correspondent à ceux de Iyer et Thomason, à une exception près: dans nos résultats, l'efficacité du travail d'équipe est citée bien plus souvent comme facteur de succès.

Barnes et Wearne arrivent aux mêmes conclusions: la mauvaise communication est la première source d'échec, alors que la définition des objectifs est la première cause de succès [Barnes 1993].

4.6.7. Regroupement des différentes catégories

Au cours de l'analyse des réponses aux questionnaires, nous avons suivi le chemin suivant: après avoir remarqué que les "problèmes" cités ne sont souvent que l'inverse des "éléments qui contribuent au succès", nous avons fusionné les catégories des éléments de succès avec les catégories problèmes, créant la liste que nous appellerons "facteurs humains".

Ensuite, nous avons remarqué que les causes des problèmes étaient, elles aussi, assimilables aux facteurs humains - nous avons donc complété la liste des catégories de facteurs humains avec les catégories des causes des problèmes.

Le dessin ci-dessous met cette démarche en évidence:

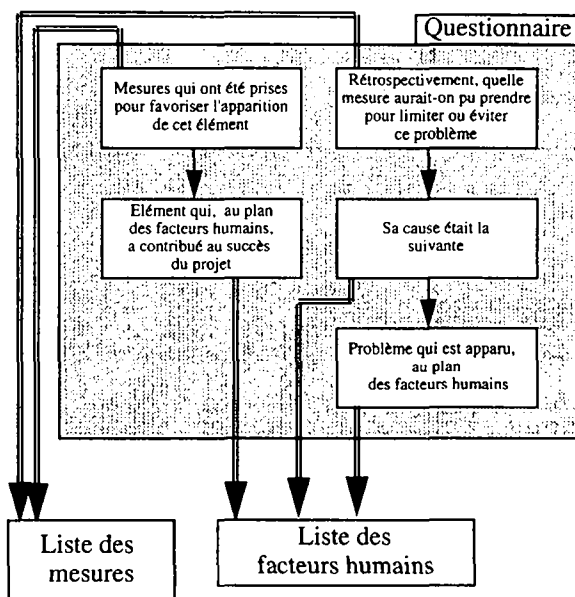


Figure 29: Démarche dans l'analyse des facteurs humains du questionnaire N° 1.

4.7. Tris croisés des facteurs humains

Dans les pages qui suivent, nous allons examiner les corrélations qui existent entre les mesures suggérées et les facteurs humains affectés. Nous examinerons les corrélations suivantes :

- ◆ mesures et éléments de succès;
- ◆ mesures et problèmes;
- ◆ causes et problèmes;
- ◆ mesures et facteurs humains (facteurs humains = éléments de succès + problèmes).

Ces corrélations nous serviront de base pour établir le questionnaire N°2, dans lequel nous quantifierons les corrélations les plus significatives.

4.7.1. Mesures et éléments de succès

La page suivante nous montre les tris croisés effectués entre les mesures et les éléments de succès. Quelques résultats sont triviaux: la mesure "Souder l'équipe" a un effet très important sur la cohésion, ou "Responsabiliser les collaborateurs" a un effet important sur le facteur "Collaborateurs responsabilisés". Même s'ils sont triviaux, ces

résultats indiquent la cohérence interne des catégories et de la catégorisation des réponses.

Plus intéressante est la motivation, dont on voit qu'elle est influencée principalement par quatre mesures:

- ◆ Responsabiliser les collaborateurs
- ◆ Informer
- ◆ Suivre les collaborateurs
- ◆ Choisir les collaborateurs

Deux autres mesures affectent la motivation, dans une moindre mesure:

- ◆ Fixer les buts et les délais
- ◆ Expliquer l'enjeu du projet

Ceci corrobore ce que remarquait Zuris: "As a project leader, maintaining that vision of a shared and vital team success is the biggest contribution that you can make to motivation" [Zuris 1989].

Parmi ces 6 catégories de mesures, 5 sont influençables directement par le chef de projet - parfois, le choix des collaborateurs est imposé. Il est remarquable que la motivation ne soit pratiquement pas influencée par des mesures qui auraient pu être prise par la Direction (DG) ou par l'organisation-mère dans son ensemble. Ceci montre encore une fois le rôle déterminant du chef de projet pour la motivation de son équipe.

Ce qui frappe également, c'est que la plupart des mesures qui influencent la motivation ont également un effet sur la cohésion de l'équipe (si l'on exclut les mesures spécifiques à l'un ou l'autre de ces facteurs, comme p. ex. "Suivre l'équipe", ou "Suivre les collaborateurs"). Nous retrouverons plus loin, dans l'analyse du questionnaire N°2, le même phénomène, que nous pourrions mieux cerner grâce au calcul des coefficients de corrélation.

4.7.2. Mesures et problèmes

Les tris croisés entre les mesures et les problèmes donnent une image nettement moins contrastée que les tris entre les mesures et les éléments de succès. Alors que dans le cas des éléments de succès on pouvait identifier clairement quelles mesures avaient favorisé le succès, la situation ici est beaucoup plus floue. La défaite est orpheline...

Parmi les 170 corrélations, 151 sont citées 1, 2 ou 3 fois: seules 19 sont citées plus souvent.

Rappelons qu'il s'agit ici des mesures que l'on aurait pu prendre pour éviter les problèmes qui sont apparus.

Comme nous l'avions déjà remarqué plus haut, les actions de la DG sont ici citées plus souvent: elles concernent surtout les facteurs "Ligne versus projet", "Satisfaction" et "Collaborateurs responsabilisés".

La corrélation citée le plus souvent relie "'Organiser le projet" avec "Disponibilité des gens" - le manque de disponibilité est donc manifestement attribué à des manquements dans l'organisation du projet.

Tri croisé

Mesures versus problèmes

Mesures

- 1.1. Gagner le soutien de l'organisation-mère
- 1.2. Améliorer la relation avec le client
- 1.3. Etablir les communications
- 1.4. Détecter et convaincre les opposants
- 2.1. Définir les objectifs
- 2.2. Expliquer l'enjeu du projet
- 3.1. Créer l'environnement de travail
- 3.2. Organiser le projet
- 3.3. Fixer les buts et les délais
- 3.4. Suivre le projet
- 3.5. Informer
- 4.1. Souder l'équipe
- 4.2. Suivre l'équipe
- 5.1. Choisir les collaborateurs
- 5.2. Responsabiliser les collaborateurs
- 5.3. Suivre les collaborateurs
- 6.1. DG vers le chef de projet
- 6.2. DG vers le projet
- 6.3. DG dans l'organisation
- 6.4. DG vers les collaborateurs

1. Compétences humaines
2. Compétences en gestion de projets
3. Compétence prof. des collaborateurs
4. Collaborateurs responsabilisés
5. Motivation
6. Localisation
7. Le core-team
8. Cohésion, confiance, solidarité
9. Winning Team
10. Fluctuation
11. Culture de projet
12. Satisfaction
13. Disponibilité
14. Soutien
15. Ligne versus projet
16. Les buts
17. Organisation/environ. du projet
18. Symptômes
19. Communications à l'extérieur
20. Communication au sein du projet
21. Conflits à l'extérieur
22. Conflits au sein du projet

[illegible]

Figure 31: Tris croisés entre mesures et problèmes

4.7.3. Causes et problèmes

Les tris croisés entre causes et problèmes sont moins intéressants à cause du nombre plus petit de causes citées (voir ci-dessus, page 72).

En dehors des corrélations triviales sur la diagonale de la matrice, nous trouvons une corrélation intéressante entre "Organisation/environnement du projet" et "Motivation", et qui montre l'importance des locaux et du matériel sur la motivation.

Un résultat attendu: la corrélation entre satisfaction et motivation. N'oublions pas qu'il s'agit de corrélations entre cause et problème: il faut donc bien lire corrélation entre le facteur satisfaction et des **problèmes** de motivation.

Un autre fait mérite d'être relevé: la motivation (ou son absence) est citée trois fois comme cause de problèmes de cohésion, alors que la cohésion (ou son absence) n'est jamais citée comme cause de problèmes de motivation.

Toutefois, le faible nombre de corrélations ne permet pas de tirer des conclusions solidement établies. Pour avoir des données plus valables, nous allons mesurer, avec le questionnaire N° 2, les corrélations suggérées par le questionnaire N°1.

Tri croisé Causes versus problèmes

Causes

1. Compétences humaines
2. Compétences en gestion de projets
3. Compétence prof. des collaborateurs
4. Collaborateurs responsabilisés
5. Motivation
6. Localisation
7. Le core-team
8. Cohésion, confiance, solidarité
9. Winning Team
10. Fluctuation
11. Culture de projet
12. Satisfaction
13. Disponibilité
14. Soutien
15. Ligne versus projet
16. Les buts
17. Organisation/environnement du projet
18. Symptômes
19. Communications à l'extérieur
20. Communication au sein du projet
21. Conflits à l'extérieur
22. Conflits au sein du projet

Total

1. Compétences humaines
2. Compétences en gestion de projets
3. Compétence prof. des collaborateurs
4. Collaborateurs responsabilisés
5. Motivation
6. Localisation
7. Le core-team
8. Cohésion, confiance, solidarité
9. Winning Team
10. Fluctuation
11. Culture de projet
12. Satisfaction
13. Disponibilité
14. Soutien
15. Ligne versus projet
16. Les buts
17. Organisation/environ. du projet
18. Symptômes
19. Communications à l'extérieur
20. Communication au sein du projet
21. Conflits à l'extérieur
22. Conflits au sein du projet

Figure 32: Tris croisés entre causes et problèmes

4.7.4. Mesures et facteurs humains

Pour mémoire, rappelons que nous avons regroupé, sous le terme de “facteurs humains”, les éléments de succès et les problèmes qui ont été cités dans les réponses.

Si nous considérons les totaux figurant dans la colonne de droite de la table des tris croisés de la page suivante, nous voyons que les mesures qui ont l’effet le plus pertinent sont celles qui ont trait aux collaborateurs:

- ♦ choisir les collaborateurs (44 citations)
- ♦ responsabiliser les collaborateurs (52 citations)
- ♦ suivre les collaborateurs (55 citations).

Il est intéressant de voir que les actions vers les collaborateurs (total: $44+52+55 = 151$ citations) ont manifestement plus d’impact que celles prises en faveur de l’équipe (total: $38+18 = 56$ citations):

- ♦ souder l’équipe (38 citations)
- ♦ suivre l’équipe (18 citations).

Nous retrouverons ce résultat plus bas, lorsque nous analyserons les corrélations entre les facteurs humains et le succès des projets (voir page 112). Les mesures d’information et d’explication jouent également un rôle central:

- ♦ expliquer l’enjeu du projet (31 citations)
- ♦ informer (28 citations)
- ♦ établir les communications (26 citations)
- ♦ fixer les buts et les délais (24 citations).

Ici également, il est remarquable de voir que les buts et les enjeux ($31+24 = 55$) sont des mesures d’égale importance à celles qui sont prises explicitement en faveur de l’équipe.

Si l’on considère maintenant les totaux par facteur humain, on voit que deux facteurs ont une importance considérablement plus grande que les autres:

- ♦ motivation (80 citations)
- ♦ cohésion, confiance, solidarité (87 citations).

Ces deux facteurs totalisent entre eux 36% des citations.

Quelles sont les mesures qui affectent le plus la motivation? La table nous montre que trois mesures ont une importance particulière:

- ♦ responsabiliser les collaborateurs (11 citations)
- ♦ suivre les collaborateurs (12 citations)
- ♦ informer (10 citations)

Quant à la cohésion de l’équipe, elle est le fait de 4 types de mesures:

- ♦ souder l’équipe (18 citations)
- ♦ choisir les collaborateurs (10 citations)
- ♦ responsabiliser les collaborateurs (8 citations)
- ♦ établir les communications (8 citations).

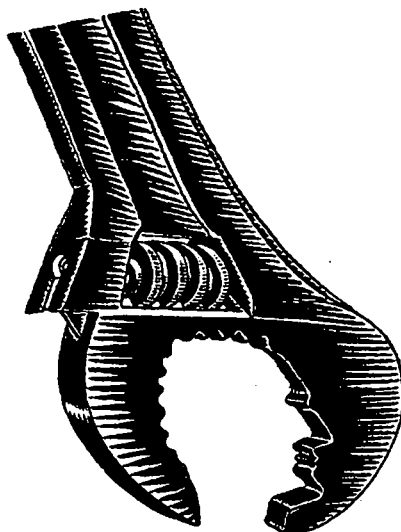
Tri croisé Mesures versus facteurs humains

Mesures

- 1.1. Gagner le soutien de l'organisation-mère
- 1.2. Améliorer la relation avec le client
- 1.3. Etablir les communications
- 1.4. Détecter et convaincre les opposants
- 2.1. Définir les objectifs
- 2.2. Expliquer l'enjeu du projet
- 3.1. Créer l'environnement de travail
- 3.2. Organiser le projet
- 3.3. Fixer les buts et les délais
- 3.4. Suivre le projet
- 3.5. Informer
- 4.1. Souder l'équipe
- 4.2. Suivre l'équipe
- 5.1. Choisir les collaborateurs
- 5.2. Responsabiliser les collaborateurs
- 5.3. Suivre les collaborateurs
- 6.1. DG vers le chef de projet
- 6.2. DG vers le projet
- 6.3. DG dans l'organisation
- 6.4. DG vers les collaborateurs

	1. Compétences humaines 2. Compétences en gestion de projets 3. Compétence prof. des collaborateurs 4. Collaborateurs responsabilisés 5. Motivation 6. Localisation 7. Le core-team 8. Cohésion, confiance, solidarité 9. Winning Team 10. Fluctuation 11. Culture de projet 12. Satisfaction 13. Disponibilité 14. Soutien 15. Ligne versus projet 16. Les buts 17. Organisation/envir. du projet 18. Symptômes 19. Communications à l'extérieur 20. Communication au sein du projet 21. Conflits à l'extérieur 22. Conflits au sein du projet Total																					
1.1. Gagner le soutien de l'organisation-mère	3			3		1	1	1				1		5		1			1	2	1	20
1.2. Améliorer la relation avec le client				1			3											5		2		11
1.3. Etablir les communications				1	1	1	8			2		1	1	2	1	2		3	2	1		26
1.4. Détecter et convaincre les opposants				1										1				1		1		4
2.1. Définir les objectifs				2			2	1		1				1		3			1			11
2.2. Expliquer l'enjeu du projet				2	7		5	1						5	2	4			1	2	2	31
3.1. Créer l'environnement de travail				4										3				2				9
3.2. Organiser le projet				3	3	1	4	3						7	2		1	1	1	1	2	30
3.3. Fixer les buts et les délais				2	7		1	3	2		2					3		2	1		1	24
3.4. Suivre le projet			3													1	1	2		2		10
3.5. Informer				10			4	1		2	1			4	1	1			2	2		28
4.1. Souder l'équipe	1			2	5	2	18	2												1	5	38
4.2. Suivre l'équipe				1	1		8		1		1						2		1	3		18
5.1. Choisir les collaborateurs	2	1	11	3	8		1	10		1				1		1	1	2			2	44
5.2. Responsabiliser les collaborateurs	2			14	11		2	8	2		1		2			3	3	2	2			52
5.3. Suivre les collaborateurs	3	1	3	6	12		6	1	1	2	2		1	1		8		3	1	2	1	55
6.1. DG vers le chef de projet	2	2		1			3						1		3	3						15
6.2. DG vers le projet		1		2	2									2			1		1			9
6.3. DG dans l'organisation				1			1							1	4				1	1		9
6.4. DG vers les collaborateurs					2		3				5	1		4	1	1	1					18
Total	13	5	17	38	80	4	87	14	3	10	10	16	24	17	31	15	12	24	19	13	5	462

Figure 33: Tris croisés entre mesures et facteurs humains



5. Quantification des facteurs humains

5.1. Démarche

Dans la simulation, il est un principe général: il vaut mieux utiliser un paramètre dont on ne connaît pas la valeur avec précision, plutôt que de renoncer à ce paramètre: "There seems to be a general misunderstanding to the effect that a mathematical model cannot be undertaken until every constant and relationship is known to high accuracy. This often leads to the omission of admittedly highly significant factors (most of the 'intangible' influences on decisions) because these are unmeasured or unmeasurable. To omit such variables is equivalent to saying they have zero effect... probably the only value that is known to be wrong" [Forrester 1961].

Bien sûr, nous aurions aimé pouvoir mesurer expérimentalement, objectivement, exactement, les effets des facteurs humains. Malheureusement, dans le domaine de la gestion de projet, l'ampleur des tâches, leur durée, le nombre de personnes impliquées interdisent une étude empirique avec variation de paramètres. Et comme un projet est par définition unique et non répétitif, il est impossible de comparer directement deux projets identiques.

Toutefois, il faut ici rappeler les limites de notre travail: nous ne cherchons pas à déterminer les influences réciproques des facteurs humains avec la plus grande exactitude: notre but est d'être plausible, à défaut d'être exact.

5.1.1. Détermination des paramètres de simulation

Pour la détermination des paramètres, deux possibilités s'offraient :

1. Une analyse de projets terminés, dans laquelle on essaiera d'établir des corrélations entre les facteurs humains, et entre les facteurs humains et le succès des projets.
2. Une enquête auprès de chefs de projet, pour avoir leur opinion, toute subjective, sur l'effet des facteurs humains et leur interdépendance.

Méthode 1, analyse de projets terminés

Cette méthode a été utilisée, entre autres, par Might et Fisher. Dans leur étude sur le rôle des facteurs structurels [Might 1985], ils ont analysé une centaine de projets terminés. Ils ont tenté de mesurer l'effet, sur le succès du projet, de trois variables structurelles :

- ◆ la taille du projet
- ◆ le type d'organisation du projet
- ◆ l'autorité du chef de projet.

Si les variables "taille du projet" et "type d'organisation" peuvent être mesurées facilement, de manière objective et semblable pour différents projets, il n'en va pas de même pour l'autorité du chef de projet. Might et Fisher ont eu recours ici à deux mesures indirectes :

- ◆ Ils ont cherché à savoir qui avait choisi le système de contrôle de projet : le chef de projet, le management ou le client. L'autorité du chef de projet était supposée grande si c'était lui qui avait choisi le système de contrôle, faible si c'était le client qui l'avait choisi.
- ◆ Pour déterminer la mesure dans laquelle le rôle de chef de projet était reconnu dans l'entreprise, ils ont demandé si la nomination d'une personne comme chef de projet impliquait une augmentation perceptible ("organizationally visible") des responsabilités.

Cette mesure indirecte des facteurs humains est très problématique : les critères indirects retenus sont arbitraires, et il faudrait tout d'abord établir sérieusement la corrélation supposée entre les critères indirects et les facteurs humains eux-mêmes.

Nous pensons que la méthode de Might et Fisher est tout à fait valable pour établir des corrélations avec des facteurs effectivement structurels (type d'organisation des projets, etc.), mais n'est pas utilisable pour les facteurs humains tels que responsabilisation, motivation, etc., pour lesquels une mesure indirecte est très problématique.

Méthode 2, enquête auprès de chefs de projet

Dans cette méthode, on procède par questionnaires pour demander l'avis des participants du projet. Cette méthode a l'avantage d'être simple à mettre en œuvre ; elle risque d'être toutefois entachée d'erreurs systématiques. En effet, s'il est facile d'obtenir des réponses assez exactes sur des faits, des incidents, il n'en va pas de même pour des réponses sur des comportements, des facteurs humains. Ici, le profil moyen des chefs de projet - orientation très technique, ou organisationnelle - pourrait conduire à une sous-estimation systématique du rôle de certains facteurs humains.

De plus, cette méthode pourrait être entachée d'erreurs dues à la subjectivité. Peut-on éliminer les éléments subjectifs dans ce type d'enquêtes ? Nous verrons par la suite que certaines corrections sont possibles en augmentant le type de personnes qui participent à une telle enquête. C'est ainsi que l'on pourrait, par exemple, demander l'avis des chefs de projet ET des membres de l'équipe, pour comparer les deux types de réponses (voir plus bas en page 100).

5.1.2. Les quantifications trouvées dans la littérature

Les seules quantifications que nous ayons trouvées dans la littérature sur les facteurs humains dans la gestion de projet concernaient les corrélations entre certains facteurs, d'une part, et la productivité des personnes ou des équipes (souvent mesurée en termes de succès des projets), d'autre part.

C'est ainsi que Dailey a étudié les relations entre l'accomplissement d'une tâche et les propriétés du groupe (taille, cohésion, etc.). Il a noté que la cohésion du team et la conviction dans la tâche étaient de bons prédicateurs de la capacité de résoudre les problèmes [Dailey 1978].

Munns a étudié les relations entre la confiance et le succès des projets, et mis en évidence un phénomène de spirale, qui peut être négative ou positive, et qui est largement déterminée par deux facteurs:

- ◆ le degré de confiance globale pré-existant (avant le début du projet);
- ◆ les premières actions du chef de projet et des membres de l'équipe (au tout début du projet).

D'après Munns, le degré de confiance atteint un plateau après environ 18 mois [Munns 1995].

Pinto, dans son enquête pour déterminer les facteurs de succès des projets, a déterminé par régression partielle la part de chaque facteur dans le succès du projet, et a obtenu la formule suivante [Pinto 1986]:

$$\text{Succès} = 0.37 + 0.46 * \text{but} + 0.14 * \text{technique} + 0.13 * \text{leadership} + 0.12 * \text{relations avec client} + 0.09 * \text{urgence} + 0.09 * \text{délais}.$$

Il est regrettable que, dans cette étude, le concept de "leadership" ne soit pas plus détaillé: il recouvre en effet un nombre important de facteurs humains.

Pour Graham, la productivité des groupes augmente avec leur hétérogénéité [Graham 1985].

Lechler, qui a reproduit en Allemagne l'enquête de Pinto, a quantifié l'effet de trois facteurs sur l'efficacité du projet:

- ◆ le soutien de la DG ('Machtpromotoren')
- ◆ l'expertise technique des membres de l'équipe ('Fachpromotoren')
- ◆ la présence de conflits.

Lechler a élaboré un modèle représentant les facteurs techniques et humains qu'il a analysés dans son enquête:

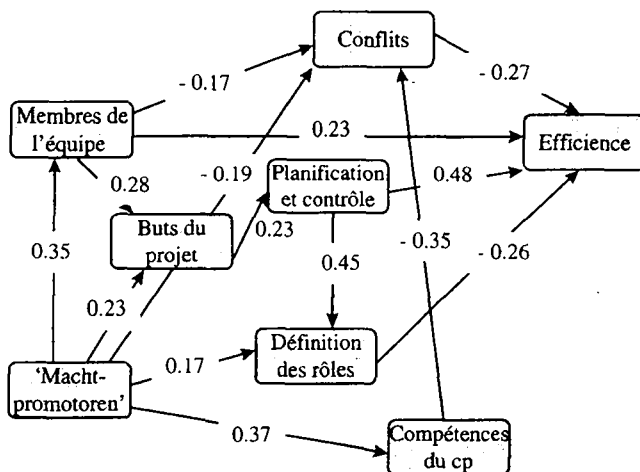


Figure 34: Modèle d'influence de Lechler

Ce modèle permet de calculer les effets directs et indirects de certains facteurs sur d'autres facteurs. Les interrelations sont censées être linéaires. L'effet total (somme des effets directs et indirects) sur l'efficacité des trois paramètres cités ci-dessus est le suivant :

Soutien de la DG	0.2
Expertise technique	0.4
Présence de conflits	-0.1

Figure 35: Influence de certains facteurs sur l'efficacité du projet

Terranova a étudié la corrélation entre la communication au sein d'une équipe et les performances de l'équipe [Terranova 1991]. Elle a mis en évidence une communication beaucoup plus intense dans des équipes féminines (+45%), et une corrélation significative ($r=0.58$, $p<0.05$) de la communication avec la performance.

En considérant l'ensemble des quantifications trouvées dans la littérature, force nous est de constater qu'elles sont fort peu utilisables pour notre but. Elles ne sont pas comparables entre elles, elles ne recouvrent que rarement les mêmes catégories, et les catégories sont rarement définies avec précision.

C'est pourquoi nous avons décidé de développer notre propre système de quantifications des facteurs humains.

5.1.3. Quantifier les relations qui ressortent de la première enquête

Le questionnaire N°1 nous avait fourni trois types d'informations: les facteurs humains (les éléments de succès et les problèmes), les mesures qui favorisaient les facteurs humains, et enfin les relations entre les mesures et les facteurs humains. Les informations

que nous avait fournies le premier questionnaire étaient de nature qualitative: telle mesure affecte tels facteurs. Afin de pouvoir modéliser les facteurs humains, nous devons maintenant procéder à la quantification ces éléments - un processus qui comprend deux aspects:

- ◆ mesurer l'effet d'une action sur certains facteurs humains
- ◆ quantifier l'effet des facteurs humains sur le succès du projet.

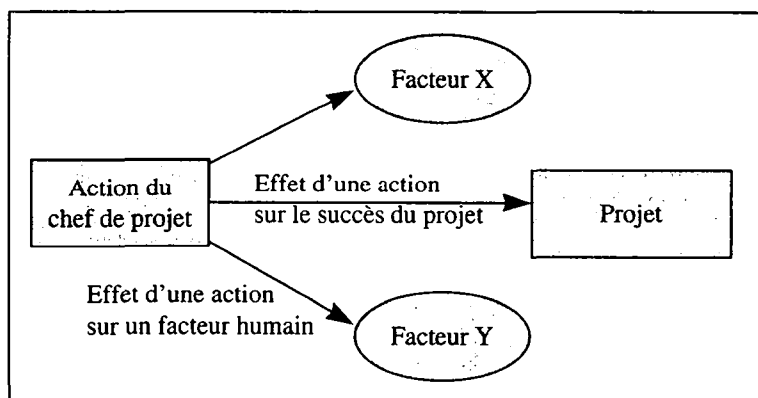


Figure 36: Effets à quantifier

Précisons d'abord ce que nous entendons par quantification: il est évident qu'il n'existe pas d'échelle, pas d'unités pour la mesure des facteurs humains qui nous intéressent. Et notre propos n'est pas de définir une telle échelle. Notre but est plus modeste: nous allons essayer de comparer entre eux les facteurs humains. C'est ainsi que nous chercherons à établir si telle ou telle action aurait un effet plus important sur le facteur X que sur le facteur Y. Notre mesure sera donc relative.

La même remarque vaut pour la quantification de l'effet des mesures prises par le chef de projet sur le succès du projet. Ici également, nous comparerons l'effet d'une mesure A avec l'effet d'une mesure B, sans pouvoir exprimer en francs ou en jours l'effet de ces mesures. Plus tard, dans la construction du modèle, nous serons obligés de convertir l'effet des mesures en modification de la productivité: nous examinerons ce point plus bas, en page 119.

Mesurer l'effet des actions sur les facteurs humains, au moyen d'un questionnaire, est une chose relativement simple: nous verrons dans les pages suivantes comment nous avons procédé. Par contre, mesurer l'effet des facteurs humains sur le succès du projet est une chose bien plus problématique. Dans des interviews préalables que nous avons effectuées auprès de chefs de projet, nous avons remarqué que les gens avaient de grandes difficultés à attribuer le succès d'un projet à tel ou tel facteur. A la question: "Est-ce qu'une bonne communication est plus importante qu'une bonne motivation pour le succès du projet", les gens répondaient: "Les deux sont importants", "Les deux vont de pair", "Je ne sais pas", "Cela dépend".

Nous avons donc cherché une manière indirecte de mesurer l'effet des facteurs humains sur le succès du projet. Nous sommes partis de l'idée suivante: les gens ont été capables, dans le questionnaire N°1, de citer les facteurs humains qui ont favorisé le succès du projet. D'autre part, ils ont cité des mesures qui favorisaient ces facteurs humains. Donc il est loisible d'admettre que ces mesures favorisent les facteurs humains ET le succès du projet. En comparant l'effet des mesures sur les facteurs humains d'une part, et sur le succès des projets d'autre part, il sera possible, par régression partielle, d'identifier l'effet des facteurs humains sur le succès des projets.

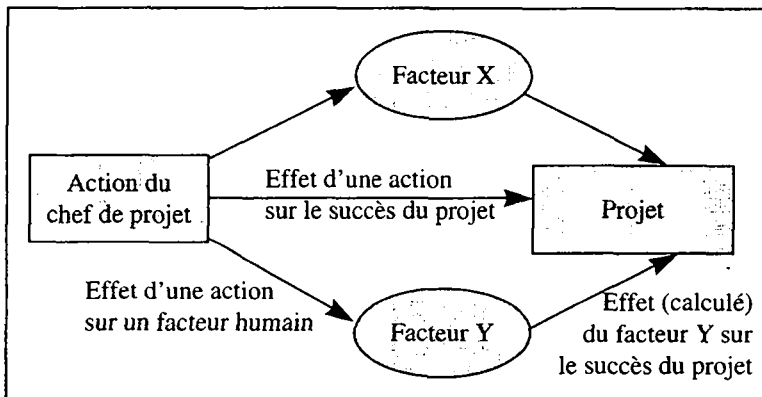


Figure 37: Calcul indirect de l'effet des facteurs humains sur le projet

La figure ci-dessus montre cette démarche: connaissant l'effet d'une mesure sur le succès du projet, et connaissant l'effet d'une mesure sur les facteurs humains, nous admettons que l'effet sur le projet peut être entièrement expliqué par les facteurs affectés.

Quelles sont maintenant les conditions qui rendent une telle démarche possible? La première concerne l'échantillon de mesures que devra comporter le questionnaire. Si le questionnaire ne comporte que quelques mesures, il est évident qu'aucune conclusion valable ne pourra être tirée. De ce point de vue, nous sommes dans une situation relativement favorable: au vu du nombre de situations décrites dans les réponses au questionnaire N°1, nous sommes en droit d'admettre qu'une partie importante des mesures susceptibles d'affecter les facteurs humains de manière pertinente a été citée dans les réponses. En effet, si nous comparons avec les mesures citées dans la littérature, [Harrison 1987] ou [Brod 1991], nous remarquons que presque toutes les mesures proposées par ces auteurs ont été citées dans les réponses de nos questionnaires.

La seconde condition de validité de notre démarche est simple: il faut que pour chaque mesure, on examine l'effet sur tous les facteurs humains qui pourraient être affectés par cette mesure, ou en tout cas sur ceux qui seront le plus fortement affectés par une mesure. Et ici encore, les tris croisés obtenus après l'analyse du questionnaire N°1 nous indiquent très clairement quels facteurs sont cités le plus souvent comme étant affectés par une mesure. Sans vouloir identifier fréquence de citation avec magnitude

de l'effet, nous sommes en droit d'admettre qu'une corrélation mesure-facteur citée souvent sera plus importante que celle qui est citée rarement.

Nous allons donc procéder à la quantification des facteurs humains en utilisant cette méthode indirecte pour calculer l'effet des facteurs humains sur le succès. Notre questionnaire sera donc composé d'une série de questions ayant la structure suivante:

1	Décrire une mesure
2	Indiquer son effet sur le succès du projet
3a	Indiquer son effet sur le facteur humain # 1
3b	Indiquer son effet sur le facteur humain # 2
3c	Indiquer son effet sur le facteur humain # 3

Figure 38: Structure des questions

5.1.4. Formulation des mesures

Pour formuler les mesures, nous avons repris le large matériel fourni par le questionnaire N°1. Par exemple, pour le facteur "responsabilisation des collaborateurs", l'une des mesures citées souvent consistait à établir un cahier des charges pour chaque personne. Nous avons repris les éléments cités dans le questionnaire:

PROBLEME P 102.1	
PROBLEME:	Compétence du team.
CAUSE:	Qui fait quoi / jusqu'à quand ?
	Qui prend la décision ?
	Qui contrôle ?
MESURE:	Mieux définir les tâches. Établir un cahier des charges pour chaque membre du team en spécifiant ses limites de compétence.

De cette description, nous avons extrait l'action suivante: "Le chef de projet a l'habitude de donner à chaque membre de l'équipe de projet des compétences bien définies".

Nous avons procédé de la sorte pour toutes les mesures qui avaient été proposées dans le premier questionnaire - en éliminant celles qui avaient un caractère trop spécifique au projet en question, ou trop spécifique à la branche. Le fait d'éliminer les mesures spécifiques à un domaine particulier n'est pas critique pour notre but, car ces mesures spécifiques étaient peu nombreuses et, pour la plupart, d'ordre technique. Exemples: "Multiplier les prototypes", "Demander l'avis d'une personne extérieure", "Limiter le nombre de consultations de spécialistes", "Sensibilisation aux coûts".

Nous avons ainsi formulé 48 mesures qui sont d'une validité générale, en ce sens qu'elles pourraient être prises dans la plupart des projets. Nous avons formulé ces mesures en nous plaçant toujours dans la situation du chef de projet: même les mesures que devait prendre la direction ont été décrites à travers des actions du chef de projet. Par exemple, une mesure de la direction consiste à donner des compétences claires au chef de projet. Cette mesure a été formulée comme suit: "Tout au début du projet, le chef de projet a réussi à obtenir, de la part de la direction, une définition claire de ses responsabilités."

Cette manière de faire nous facilitera le travail plus tard. En effet, lorsque nous implanterons ces mesures dans le simulateur de formation, nous pourrons simplement confronter les utilisateurs à une situation dans laquelle la mesure ci-dessus sera l'une des options possibles.

L'ensemble des mesures peut être examiné dans les annexes, qui reproduisent l'intégralité du questionnaire N°2 (partie A en page 232, partie B en page 241).

5.1.5. Formulation des facteurs affectés

Les facteurs affectés correspondent aux catégories que nous avons développées dans l'analyse du questionnaire N°1. Au niveau de la formulation, le choix des termes était assez délicat. Dans la littérature, les auteurs utilisent indistinctement des concepts différents pour désigner une même réalité. Pour décrire la cohésion d'une équipe, certains parlent de "cohésion", d'autres de "solidarité", d'autres enfin "d'esprit d'équipe", ou encore de "sentiment d'être une équipe gagnante". Cette confusion des concepts reflète simplement le niveau théorique relativement bas de la psychosociologie des groupes, qui reste manifestement très descriptive. Face à cette situation, nous avons opté pour une description qui se rattache le plus aux concepts utilisés par les chefs de projet eux-mêmes, tels qu'ils nous ont été livrés dans les réponses au questionnaire ouvert.

5.1.6. Questions pour quantifier l'effet sur le projet.

Pour chaque mesure, nous avons inséré une question mesurant l'effet de cette mesure sur l'ensemble du projet; nous avons appelé cette question la question étalon. Afin d'éviter des biais dus à la formulation de la question, nous avons utilisé exactement la même question étalon pour les 48 questions décrivant une mesure.

Pour simplifier le remplissage du questionnaire, nous avons posé toutes les questions sous forme d'une échelle de Likert. C'est ainsi que la question étalon se présente:

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.
---	---	--

5.1.7. Questions pour quantifier l'effet sur les facteurs humains

Pour mesurer l'effet sur les facteurs humains, nous avons procédé de manière similaire, en utilisant une échelle de Likert.

Le choix des facteurs humains que nous allions inclure dans chaque question s'est fait d'abord sur la base des tris croisés entre les mesures et les facteurs humains (voir ci-dessus, page 87). Quand les tris croisés ne nous donnaient pas suffisamment d'indications significatives, nous avons ajouté des facteurs humains correspondant aux corrélations que nous avions trouvées dans la littérature.

Enfin, nous avons ajouté, çà et là, des facteurs humains qui, selon les tables des tris croisés, n'auraient pas dû être influencés. Ceci uniquement pour vérifier si les réponses du questionnaire N°2 étaient cohérentes avec celles du questionnaire N°1. Exemple: pour la mesure consistant à aider un collaborateur qui a des difficultés dans son travail, nous avons ajouté une question sur l'effet de cette mesure sur le droit à l'erreur.

Les questions auront donc la forme suivante:

Le chef de projet a affiché au mur de la salle de réunion un diagramme pour représenter graphiquement l'avancement du projet. De plus, il affiche toujours une liste des problèmes et difficultés rencontrés et des mesures prises à cet égard.	
<i>A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (126)</i>	
Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
La motivation diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Le sentiment d'être une équipe gagnante diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
La cohésion et la confiance diminuent au sein de l'équipe.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.	
La motivation augmente.	
Le sentiment d'être une équipe gagnante augmente.	
La cohésion et la confiance augmentent au sein de l'équipe.	

Figure 39: Exemple d'une question du questionnaire N°2.

Dans la table ci-dessus, une particularité aurait pu s'avérer négative pour la manière de remplir le questionnaire: tous les effets positifs figurent à droite, tous les effets négatifs à gauche. Ceci aurait pu conduire certaines personnes qui remplissent le questionnaire à cocher simplement, automatiquement, des cases à droite... C'est pourquoi nous avons inversé un certain nombre de facteurs humains, mettant l'effet positif à gauche, pour obliger les gens à lire vraiment les réponses proposées.

5.1.8. Formulation des questions sur les effets réciproques

Nous avons également cherché à déterminer quelles étaient les influences réciproques entre les facteurs humains. Le questionnaire N°1 nous avait également livré des indi-

cations précieuses sur les corrélations entre les facteurs humains, indications qui figurent dans les tris croisés “Causes versus problèmes” (voir page 85). Sur cette base, il était tentant de chercher à quantifier les interactions de certains facteurs humains.

La table suivante montre quelles interactions ont été étudiées. Nous avons analysé 8 causes, avec leur effet sur 4 facteurs. Nous nous sommes limités aux interactions dont on pouvait croire, sur la base du questionnaire N°1, qu’elles étaient significatives.

Pour formuler les questions, nous avons procédé ici de la même manière que pour les mesures, en décrivant la situation (une variation d’un facteur) et en demandant de cocher, sur une échelle de Likert, l’effet sur d’autres facteurs humains.

Notre questionnaire définitif comprenait donc 48 questions concernant les mesures que pourrait prendre le chef de projet, et 8 questions concernant les interactions des facteurs entre eux, soit au total 56 questions (le questionnaire intégral figure dans l’Annexe 16, en page 232, et dans l’Annexe 17, en page 241).

Cause

Des conflits de personnes apparaissent au sein de l'équipe.

La motivation des collaborateurs baisse.

La communication dans l'équipe fonctionne mal.

Le soutien de l'organisation, des autres départements, faiblit.

La confiance, la solidarité, la cohésion de l'équipe diminuent.

Il y a des fluctuations importantes dans la composition de l'équipe au cours du projet.

La communication avec le client se détériore.

L'équipe perd confiance dans le chef de projet.

Effet sur ...

	Motivation	Conscience de l'enjeu du projet	Communication au sein de l'équipe	Confiance solidarité cohésion au sein de l'équipe	Conflits au sein de l'équipe	Sentiment de gagner, être un "Winning Team"	Fluctuation des membres de l'équipe de projet	Aide mutuelle, intérêt à autrui	Confiance de l'équipe dans le chef de projet	Disponibilité des gens	Relations entre la ligne et le projet	Communication avec la direction	Satisfaction du client	Confiance des utilisateurs
Des conflits de personnes apparaissent au sein de l'équipe.	1		1				1	1						
La motivation des collaborateurs baisse.			1	1			1		1					
La communication dans l'équipe fonctionne mal.	1			1	1		1							
Le soutien de l'organisation, des autres départements, faiblit.			1							1	1	1		
La confiance, la solidarité, la cohésion de l'équipe diminuent.	1				1		1	1						
Il y a des fluctuations importantes dans la composition de l'équipe au cours du projet.	1			1		1		1						
La communication avec le client se détériore.	1								1				1	1
L'équipe perd confiance dans le chef de projet.	1				1	1	1							

Figure 40: Interactions entre les facteurs humains, étudiées dans le questionnaire N°2

5.2. Choix du public-cible.

5.2.1. Taille de l'échantillon

Pour que les résultats de ce questionnaire soient statistiquement significatifs et pleinement utilisables, la taille de l'échantillon devrait se monter à environ 150 personnes.

Toutefois, le nombre très important de questions rendait le questionnaire trop volumineux: plus de 12 pages... Ceci nous a obligés à scinder le questionnaire en deux parties, chaque partie étant envoyée à la moitié de l'échantillon, ce qui a bien évidemment doublé la taille de l'échantillon requis (300).

5.2.2. Public-cible: chefs de projet et membres de l'équipe

Comme beaucoup de questions traitaient de l'effet des actions du chef de projet sur la motivation des collaborateurs ou sur la cohésion de l'équipe, il nous a semblé important de demander également l'avis des membres de l'équipe. En effet, dans le questionnaire N°1, certains chefs de projet n'hésitaient pas à "glorifier" leurs actions - ce qui pouvait laisser penser que des biais systématiques étaient possibles.

Afin que les différences entre les deux groupes soient significatives, un nouveau doublement de la taille de l'échantillon requis nous a paru indispensable. Ce doublement de la taille de l'échantillon nous a semblé justifié: en intégrant les membres de l'équipe de projet dans l'échantillon, nous nous donnions également la possibilité de mettre en évidence une éventuelle subjectivité des chefs de projet - subjectivité qui aurait pu être un point faible de cette enquête.

La taille de l'échantillon (600) nous a forcé à étendre l'enquête à toute la Suisse. En effet, pour obtenir 600 réponses, en escomptant un taux de réponses semblable à celui que nous avons eu lors du premier questionnaire, il nous fallait envoyer 900 questionnaires; de plus, nous ne voulions pas importuner une seconde fois les entreprises qui avaient déjà répondu au questionnaire N°1.

5.3. Questionnaire pilote

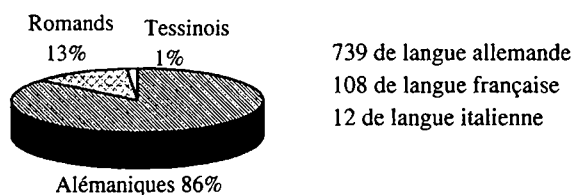
Avant de procéder à l'enquête sur une large échelle, nous avons fait une petite enquête pilote. Le questionnaire a été soumis à 20 chefs de projet participant à nos séminaires de formation. Les réponses semblaient parfaitement utilisables. Une seule personne nous a téléphoné, pour nous demander comment remplir le questionnaire. Comme une seule personne sur 20 avait eu des problèmes pour remplir le questionnaire, nous n'avons pas jugé nécessaire de donner des explications supplémentaires. Ce fut une mauvaise décision: après l'envoi du questionnaire à 900 chefs de projet, plus de trente personnes nous ont téléphoné... elles n'avaient pas compris le sens de l'échelle de Likert.

5.4. Envoi

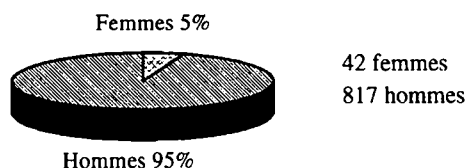
5.4.1. Méthode pour trouver les adresses

Pour obtenir les adresses de 900 chefs de projet, nous avons envoyé aux chefs du personnel des 500 plus grandes entreprises suisses une lettre leur demandant de nous fournir les noms de 3 chefs de projet ainsi que de 3 membres d'équipes de projet. 156 (dont 23 en Suisse romande) d'entre elles nous ont fait parvenir une réponse positive. La liste des entreprises ayant répondu figure dans l'annexe 10.

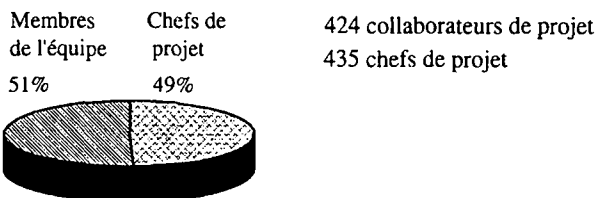
Ces entreprises nous ont fourni les noms de 859 personnes, auxquelles nous avons fait parvenir le questionnaire, avec une enveloppe réponse affranchie. A ces 859 personnes s'ajoutent encore environ 40 personnes. En effet, 7 entreprises ont refusé de donner les noms des collaborateurs, et ont organisé la distribution des questionnaires elles-mêmes, par l'intermédiaire de leur service du personnel. Ce sont donc 901 questionnaires qui ont été envoyés. Sur les 859 personnes dont les noms nous sont connus, la répartition linguistique est la suivante:



La répartition des sexes:



La répartition des fonctions:



Ce qui frappe, c'est le nombre très restreint de femmes dans l'échantillon: 4.8% du total. Deux explications sont possibles: soit les chefs du personnel ont "filtré" les noms qu'ils nous ont transmis, préférant les hommes aux femmes, soit le nombre de femmes travaillant dans des projets est effectivement très bas. Comparons ces chiffres avec les participants à nos cours de formation en gestion de projet: le pourcentage de femmes se monte à 6.7% (sur un échantillon de 708 personnes), soit un chiffre du même ordre de grandeur.

En ce qui concerne la fonction (membres de l'équipe de projet ou chef de projet), les chiffres sont encore plus éloquentes. En effet - et ceci est très significatif de la représentation féminine dans l'encadrement - seules 7 des 42 femmes sont des cheffes de projet, soit 16% des femmes, alors que chez les hommes, 428 sur 817, soit 52% de l'échantillon, sont des chefs de projet. Les femmes représentent donc 1.6% des chefs de projet.

Ce taux particulièrement bas peut être expliqué par le fait que les projets ont en général un caractère très technique (à l'exception des projets d'organisation), et que les femmes sont particulièrement sous-représentées dans le domaine technique. En Suisse, 75.7% des bacs littéraires sont obtenus par des filles, mais seulement 16.3% des bacs scientifiques [Bergmann 1987]. Dans les écoles techniques et polytechniques, le taux d'étudiantes dans les départements de génie civil, mécanique, électronique et informatique (domaines privilégiés des projets) se situe sous la barre des 5%.

Ce taux semble être une particularité helvétique: dans des enquêtes semblables menées aux USA, le taux de femmes dans les chefs de projet est considérablement plus élevé (enquête de Bohlen et al: 29% [Bohlen 1995]; enquête de McLaurin: 27% [McLaurin 1995]).

Dans l'Annexe 13, en page 229 figure le courrier envoyé aux départements du personnel; l'Annexe 15, en page 231, contient le courrier adressé aux chefs de projet.

5.4.2. Taux de retour

Le taux de réponses a dépassé nos attentes: avec 677 questionnaires remplis, nous avons eu un taux de 75.3%. Ici également, nous avons envoyé des rappels systématiques, ce qui a certes beaucoup contribué à ce taux élevé.

La répartition en fonction des questionnaires était la suivante: 366 questionnaires A et 313 questionnaires B (nous avons appelé A et B les deux parties du questionnaire qui avait été coupé en deux, pour des raisons de taille).

Les questionnaires ont été généralement bien remplis - avec bien sûr quelques exceptions (personnes qui ne répondaient qu'à certaines questions, ou qui ne cochaient qu'une des 4 lignes de réponse, etc.).

La répartition par catégories est la suivante:

Hommes	650
Femmes	27
Romands	97
Alémaniques	580
Chefs de projet	309
Membres de l'équipe	368
Total	677

Figure 41: Répartition des personnes ayant retourné le questionnaire N°2

Cette table semble indiquer un taux de réponse supérieur des Romands. En fait, la répartition linguistique a été un peu modifiée: les chefs de projet de plusieurs entreprises ayant leur siège en Suisse allemande, mais des filiales en Suisse romande, nous ont demandé, après avoir reçu le questionnaire en allemand, de leur renvoyer des questionnaires en français. Il n'en reste pas moins que le taux de réponses des Romands est légèrement supérieur: peut-être est-ce dû au fait que l'envoi venait d'une Université romande.

5.5. Analyse des résultats

L'analyse des résultats a exigé la manipulation de beaucoup de données: nous avons 677 questionnaires, comprenant en moyenne 120 informations brutes. Le traitement informatique s'est fait avec le logiciel StatView.

Dans les pages qui suivent, nous allons analyser ces résultats de plusieurs manières. Nous allons examiner la distribution des réponses, les moyennes, les corrélations entre les facteurs; nous étudierons ensuite, par régression partielle, l'effet de chaque facteur sur le succès. Enfin, nous analyserons les différences au sein de l'échantillon, entre les

chefs de projet et les membres des équipes, ainsi que les différences entre les régions linguistiques.

5.5.1. Distribution des réponses

Nous avons tout d'abord cherché à voir si les personnes avaient utilisé toute l'échelle de Likert.

Les questionnaires comportaient 7 cases, auxquelles nous avons attribué, pour simplifier notre analyse, les valeurs de 1 à 7:

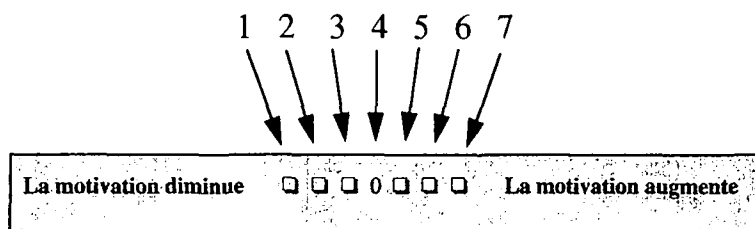


Figure 42: Échelle de Likert utilisée

Nous avons délibérément utilisé une échelle avec un nombre impair de réponses, car il nous semblait important que les gens puissent dire si une action n'avait aucun effet sur un facteur. Le graphique suivant montre que les réponses du haut de l'échelle (5,6,7) ont été employées plus souvent que celles du bas (1,2,3).

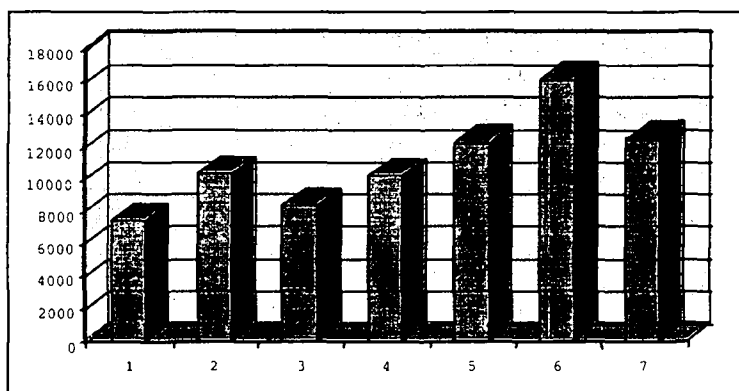


Figure 43: Distribution des réponses brutes

Ceci s'explique par le fait que la première ligne des réponses était la question étalon:

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.
---	---	--

Cette question étalon était présente dans 48 des 56 questions. Or, les actions présentées étant toutes censées avoir un effet positif sur le projet, il est normal que les valeurs 5,6 et 7 aient été employées plus souvent que les autres.

Après élimination de la question étalon, la distribution des réponses reste légèrement inégale, les valeurs 5,6 et 7 étant utilisées un peu plus souvent que les autres. Nous avons indiqué plus haut que nous avons inversé certains facteurs dans les réponses - manifestement, le résultat n'était pas tout à fait symétrique.

5.5.2. Analyse des moyennes

Analyse de la question étalon

Nous allons tout d'abord considérer la question étalon, c'est-à-dire la question qui essayait de mesurer l'efficacité de chaque action sur l'ensemble du projet. Cette question nous permettra de normaliser l'effet de chaque action. La figure ci-dessous montre la répartition des réponses (pour l'échelle: nous avons transformé l'échelle originale allant de 1 à 7 en une échelle normalisée allant de -10 à +10).

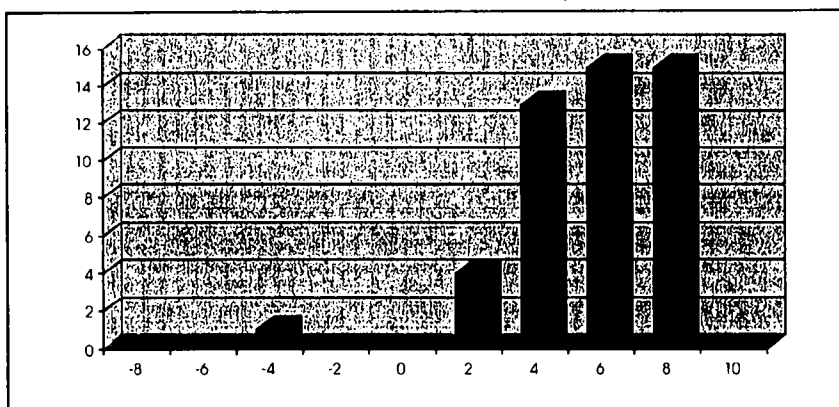


Figure 44: Distribution des réponses à la question standard.

En fait, nous nous attendions à n'avoir que des réponses positives à la question étalon, puisque nous ne proposons que des mesures qui, dans le questionnaire N°1, avaient été jugées susceptibles de favoriser un élément de succès ou d'empêcher un problème.

Une seule des mesures proposées a été considérée comme ayant un effet négatif sur le projet, et l'effet de quatre autres a été jugé faible. Il s'agit des mesures suivantes:

145	Le chef de projet discute régulièrement, en tête-à-tête, avec chaque personne qui travaille sur le projet.	2.49
130	Quand il attribue des responsabilités, le chef de projet préfère les attribuer à des groupes (2-3 personnes, parfois plus) qu'à des individus.	2.06
127	Le chef de projet a autorisé un membre de l'équipe à suivre un cours de formation dans un domaine annexe, qui ne concernait pas directement le projet.	0.71
131	Le chef de projet a créé un logo du projet, qui figure sur tous les documents. Il a ensuite fait faire des T-Shirts portant le logo et le nom du projet - seuls les membres de l'équipe de projet ont reçu un tel T-Shirt.	0.69
113	Chaque fois que des doutes apparaissent sur le succès du projet, sur la tenue des délais, le chef de projet monte au créneau, se démène comme un diable et montre combien il est convaincu du succès de son projet.	-3.46

Figure 45: Les actions dont l'effet est le plus faible (échelle: -10 ... +10)

Pourquoi l'action 113 a-t-elle été jugée négativement? Nous verrons plus loin (voir page 114) que cette question a été jugée fort différemment par les Romands et par les Alémaniques: alors que les Romands la trouvaient positive, elle n'a pas trouvé grâce outre-Sarine. Nous en discuterons donc dans le cadre des différences entre groupements linguistiques.

Les réponses à la question 130 méritent réflexion: il semble que la délégation de responsabilité à des groupes soit encore mal vue par une partie importante des chefs de projet - ce qui semble en contradiction avec l'évolution aux USA, où la délégation de responsabilité à des groupes rencontre un succès croissant. Nous verrons plus loin que pour cette question, la différence entre les réponses des chefs de projet et des membres des équipes était importante (voir page 117).

Nous avons été étonnés des réponses à la question 145: les discussions en tête-à-tête avec chacun des collaborateurs sont perçues par la majorité comme n'étant pas un facteur influençant fortement le succès du projet. Ici également, les réponses des membres des équipes différaient notablement des réponses des chefs de projet.

Remarquons enfin que d'autres mesures du chef de projet, impliquant une forte visibilité du chef de projet dans l'entreprise, ont également été jugées peu efficaces (voir la liste complète des mesures et de leur effet sur le projet, dans l'Annexe 18, en page 250).

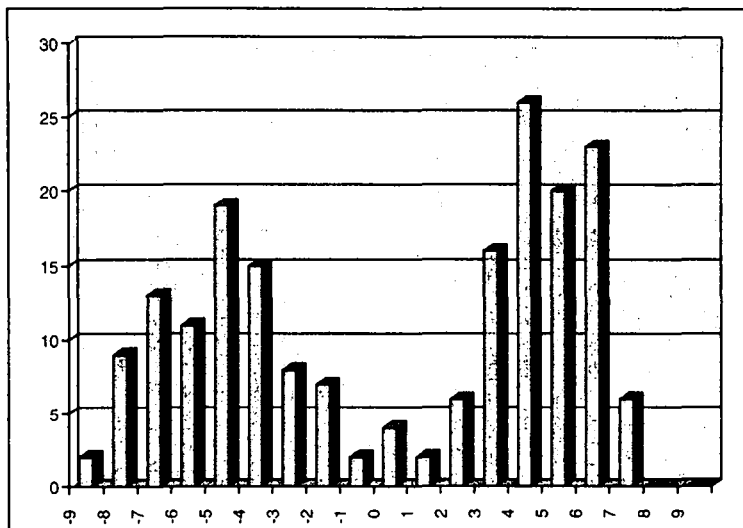


Figure 46: Distribution des moyennes des réponses

La distribution des moyennes des réponses (desquelles nous avons cette fois exclu la question étalon) montre que les mesures proposées ont manifestement un effet sur les facteurs humains. Cet effet peut être positif ou négatif, mais il est rarement nul. Ceci est très réjouissant: cela montre que les hypothèses que nous avons faites concernant les facteurs humains affectés par les mesures, hypothèses qui se basaient sur les résultats du questionnaire N°1, ont été corroborées par les réponses du questionnaire N° 2.

Les réponses ayant une valeur proche de zéro sont également celles qui avaient le plus faible taux de corrélation, dans les tris croisés, avec les mesures proposées.

Enfin, les réponses que nous avons ajoutées à des fins de vérification, et qui ne devaient pas être affectées par la mesure, ont été effectivement affectées d'un faible coefficient d'influence - ce qui montre que les réponses n'ont pas été données de manière irréfléchie (voir ci-dessus, en page 97).

5.5.3. Analyse des corrélations

Nous nous sommes demandé si les facteurs humains affectés par les mesures proposées étaient corrélés entre eux. En d'autres termes, est-ce qu'une variation d'un de ces facteurs entraîne automatiquement une variation d'un autre facteur ?

Nous avons calculé, pour chacune des 48 questions contenant une mesure du chef de projet, les coefficients de corrélation multiple de chaque facteur humain par rapport à chacun des autres facteurs humains mentionnés dans la question. Au vu de la quantité de données dont nous disposons, ces corrélations sont solidement établies. Pour la plupart des corrélations, nous avons $p < 0.0001$, sauf pour le facteur "Droit à l'erreur".

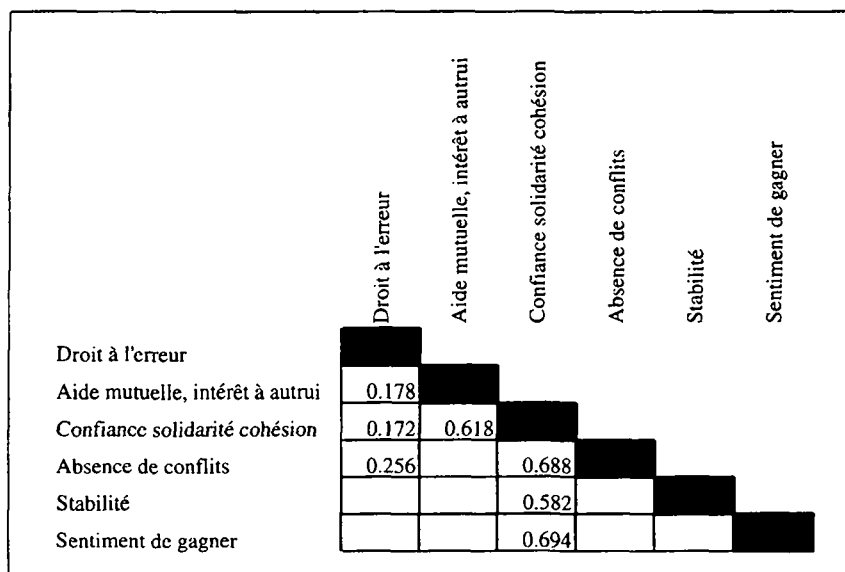


Figure 47: Corrélation entre les facteurs humains concernant l'équipe

Les cases manquantes ne signifient pas qu'il n'existe aucune corrélation entre ces facteurs: elles résultent du fait que certaines paires de facteurs humains ne figuraient pas dans les réponses proposées aux 48 questions. Certaines cases résultent d'une seule paire, d'autres de plusieurs.

Le facteur "Droit à l'erreur" présente une corrélation nettement plus faible que les autres facteurs entre eux. Il semble que pour bien des personnes, le droit à l'erreur soit encore considéré comme un facteur négatif, comme une chose qui gêne le succès du projet. Comme le disait l'un des chefs de projet interviewés: "Le droit à l'erreur? Cela signifie que chacun peut faire toutes les erreurs qu'il veut". Le fait que certaines personnes voient le droit à l'erreur comme négatif se remarque très bien pour les valeurs

p: pour les corrélation entre le “Droit à l’erreur” et d’autres facteurs, p vaut respectivement 0.002, 0.003, 0.01 et 0.17.

Par contre, nous avons des corrélations très élevées entre les 4 autres paires de facteurs considérés, et, ce qui est remarquable, c’est que les facteurs de corrélation varient dans des limites étroites pour ces 4 paires (0.638 +/- 0.056). Ce fait peut être expliqué de deux manières:

- a) Notre public-cible ne dispose pas de critères différenciés pour décrire les facteurs humains au sein d’un groupe.
- b) Dans la réalité, les facteurs sont effectivement étroitement liés, et liés de manière très similaire.

Nous ne disposons pas d’éléments probants pour trancher; nous pensons toutefois que la première explication est plus probable. Il semble y avoir un effet de “halo”: comme les facteurs ne sont pas clairement délimités conceptuellement, ils semblent interférer.

Corrélations entre les facteurs qui décrivent les individus

Nous avons ensuite analysé les corrélations entre les facteurs humains qui décrivent les membres de l’équipe en tant qu’individus.

	Chacun est responsabilisé	Conscient enjeu du projet	Compréhension globale projet	Buts bien expliqués	Motivation
Chacun est responsabilisé					
Conscient enjeu du projet	0.546				
Compréhension globale projet	0.633	0.676			
Buts bien expliqués	0.570	0.641	0.520		
Motivation	0.651	0.697		0.578	

Figure 48: Corrélations entre les facteurs humains qui décrivent les membres de l’équipe

Ici également, nous faisons la même constatation: les mesures affectent les facteurs humains de manière très similaire. Une action qui a un effet sur la “Compréhension globale du projet” aura un effet sur la “Conscience de l’enjeu du projet”, avec une corrélation de 0.676, valeur très élevée. Parmi les 21 paires de facteurs humains que nous avons analysées pour établir la table ci-dessus, seules deux paires avaient des facteurs

de corrélation inférieurs à 0.5. Pour toutes ces corrélations, nous avons des valeurs de $p < 0.0001$.

Il est intéressant de remarquer dans cette table que la "Conscience des enjeux du projet" est le facteur qui présente la plus haute corrélation avec la motivation. En d'autres termes, les actions qui visent à faire prendre conscience des enjeux du projet sont les plus motivantes.

Corrélations entre les facteurs qui décrivent l'organisation

Nous avons ensuite analysé les corrélations entre les facteurs qui décrivent l'organisation-mère et les relations entre la ligne et le projet. La table ci-dessous montre ces corrélations.

	Soutien organisation-mère	Disponibilité des gens	Relations ligne-projet	Communication avec mng	Neutralisation des ennemis
Soutien organisation-mère					
Disponibilité des gens	0.141				
Relations ligne-projet	0.543	0.172			
Communication avec mng	0.476	0.057	0.253		
Neutralisation des ennemis	0.330	0.174	0.263	0.189	

Figure 49: Corrélations entre les facteurs d'organisation

Ce qui frappe d'abord ici, c'est que les valeurs des corrélations sont considérablement plus faibles que parmi les facteurs décrivant l'équipe ou ses membres. Deux corrélations sont ici prédominantes: celles qui relient le soutien de l'organisation-mère et la relation ligne-projet, d'une part, et la communication avec le management, d'autre part.

La disponibilité des gens est peu corrélée avec les facteurs analysés - les chefs de projet interrogés à ce sujet nous ont confirmé que la disponibilité était davantage liée aux problèmes de charge de travail en général, à la personnalité des supérieurs de ligne ou enfin à la prédominance ou non de la culture de projet dans l'entreprise en général.

Si le facteur "Neutralisation des ennemis du projet" est moyennement corrélé (0.330) avec le soutien de l'organisation-mère, il ne manifeste que des corrélations faibles avec les autres facteurs.

Toutes ces corrélations sont significatives ($p < 0.0001$), à l'exception de la corrélation entre "Disponibilité des gens" et "Communication avec le management" ($p = 0.115$), et de la corrélation entre "Disponibilité des gens" et "Relation ligne-projet" ($p = 0.006$).

Corrélations entre les facteurs de communication

Nous avons enfin examiné les corrélations entre les facteurs qui décrivent la communication et les relations entre le chef de projet et l'équipe. Entre la confiance de l'équipe dans le chef de projet, d'une part, et la communication entre le chef de projet et l'équipe, d'autre part, la corrélation moyenne, sur 4 paires de mesures, vaut 0.52 ($p = 0.001$).

La corrélation entre la communication au sein de l'équipe et la communication entre l'équipe et le chef de projet vaut 0.643 ($p < 0.0001$).

Ici également, nous voyons que pour plus de la moitié (0.64), la communication doit être vue comme un ensemble: une mesure qui favorise la communication entre le chef de projet et l'équipe améliorera également la communication au sein de l'équipe.

5.5.4. Régression partielle par rapport au succès

Chacune des questions du questionnaire comportait une question étalon, demandant de quantifier l'effet de la mesure citée sur le succès du projet.

Nous avons donc la possibilité de calculer une corrélation entre chacune des réponses, d'une part, et la question étalon, d'autre part (la question étalon étant invariablement la même: "Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet").

Nous avons effectué ces calculs, en utilisant les régressions partielles, pour chacune des 3-4 réponses des 48 questions. Nous avons obtenu ainsi des coefficients qui indiquaient dans quelle mesure chacun des facteurs humains était corrélé au succès du projet. Comme nous avons, pour chaque facteur, en moyenne 8 coefficients (puisque chaque facteur apparaissait dans plusieurs questions), nous avons calculé la moyenne de ces coefficients de corrélation. La table suivante montre la valeur de ces coefficients de régression, avec l'écart-type et la valeur p . Nous avons calculé les valeurs P , qui sont < 0.001 pour l'ensemble des coefficients des 5 facteurs les plus significatifs.

Même pour les autres facteurs, la plupart des coefficients ont des valeurs $P < 0.001$.

Régression partielle des facteurs humains par rapport au succès du projet	Coefficient de régression	Écart type	Valeur p
Motivation	0.54	0.14	0.00
Compréhension globale projet	0.37	0.10	0.00
Buts bien expliqués	0.35	0.25	0.00
Communication avec le management	0.35	0.09	0.00
Confiance des utilisateurs	0.33	0.08	0.00
Soutien de l'organisation-mère	0.27	0.15	0.07
Confiance solidarité cohésion au sein de l'équipe	0.27	0.14	0.35
Satisfaction du client	0.25	0.08	0.00
Communication entre l'équipe et le chef de projet	0.25	0.16	0.90
Chacun est responsabilisé	0.24	0.17	0.83
Communication au sein de l'équipe	0.24	0.13	0.18
Relations entre la ligne et le projet	0.21	0.07	0.00
Absence de conflits au sein de l'équipe	0.21	0.12	0.22
Aide mutuelle, intérêt à autrui	0.21	0.14	0.35
Conscience de l'enjeu du projet	0.19	0.10	0.85
Stabilité (pas de fluctuation des effectifs)	0.19	0.03	0.00
Confiance de l'équipe dans le chef de projet	0.18	0.12	0.23
Communication entre le chef de projet et le client	0.18	0.00	0.00
Neutralisation des ennemis du projet	0.16	0.13	0.40
Sentiment de gagner, d'être un "Winning Team"	0.13	0.08	0.68
Droit à l'erreur	0.09	0.07	0.89
Disponibilité des gens	0.04	0.03	0.98

Figure 50: Régression partielle des facteurs humains par rapport au succès du projet

La figure suivante montre graphiquement l'importance des facteurs:

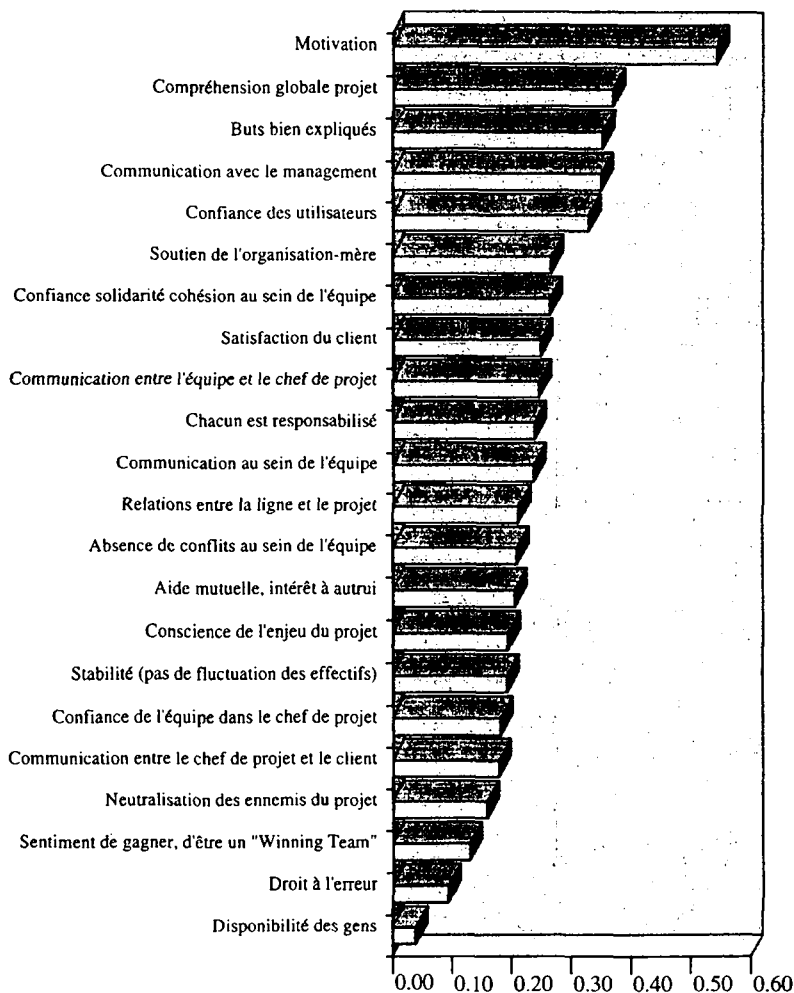


Figure 51: Influence des facteurs humains sur le succès des projets

Une remarque s'impose d'emblée: les valeurs ci-dessus ont été calculées par des régressions partielles de manière indirecte. Nous n'avons pas de valeurs expérimentales mettant en relation le succès perçu d'un projet avec certains facteurs humains, et nous avons utilisé un chemin indirect, en faisant la corrélation entre les facteurs humains et la question étalon. Ce faisant, nous éliminons tacitement tous les autres facteurs

(techniques, financiers, etc.) qui jouent un rôle dans le succès d'un projet. Par conséquent, il ne faut pas voir dans ces coefficients de corrélation des coefficients permettant d'expliquer tout le succès des projets. Par contre, l'importance relative de ces facteurs représente une information valable et utile.

Tout d'abord, nous voyons l'importance prédominante de la motivation qui, avec un coefficient de 0.54, dépasse presque de moitié (46%) le facteur qui suit immédiatement.

Les deux facteurs suivants concernent la "Compréhension globale du projet", ainsi que les "Buts bien expliqués". Ceci est en accord avec les constatations de plusieurs auteurs; citons notamment Martin: "(...) difficult goals provide higher levels of performance as they provide challenge, and specific goals are better than general ones as they provide feedback about progress toward the goals" [Martin 1990]. Dans la liste des comportements du chef de projet qui favorisent la performance de l'équipe, Elmes et Wilemon mettent en premier lieu "Clear and accepted goals for the team" [Elmes 1986]. Pinto arrive aux mêmes conclusions: sa formule pour le succès des projets (obtenue par régression partielle) est la suivante [Pinto 1986]:

$$\text{Succès} = 0.37 + 0.46 * \text{but} + 0.14 * \text{technique} + 0.13 * \text{leadership} + 0.12 * \text{relations avec client} + 0.09 * \text{urgence} + \dots$$

et elle montre l'importance déterminante des buts du projet pour le succès.

Il est remarquable de voir que les trois premiers facteurs de la Figure 51 sont directement influençables par le chef de projet.

Les trois points suivants concernent les interfaces du projet avec l'extérieur: avec le management, les utilisateurs, l'organisation-mère.

Enfin, remarquons que les facteurs affectant l'équipe n'apparaissent qu'en position 7, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 19 et 20, et semblent jouer manifestement un rôle plus faible.

Il est intéressant maintenant de comparer ces résultats avec les résultats du questionnaire N°1 (voir ci-dessus page 67). Bien sûr, la comparaison est délicate, puisque nous comparons des fréquences de citation avec des valeurs quantifiées sur une échelle de Likert. Pourtant, on constate une forte similitude: la prééminence de la motivation est évidente dans les deux questionnaires. Par contre, les facteurs de l'équipe semblent, dans le second questionnaire, moins importants que dans le premier questionnaire.

5.5.5. Différences entre régions linguistiques

Les différences entre les régions linguistiques ont pu être analysées de manière significative, puisque nos échantillons comprenaient les populations suivantes:

- ♦ réponses en français: 97
- ♦ réponses en allemand: 580

Les écarts dans les réponses à la question étalon sont relativement importants: pour dix questions, l'écart entre la moyenne des réponses françaises et la moyenne des réponses allemandes dépasse un demi-point (sur l'échelle de réponses qui va de 1 à 7). La table suivante montre les questions où les différences sont les plus importantes:

		Tous	Français	Allemand	Diff.
113	Chaque fois que des doutes apparaissent sur le succès du projet, sur la tenue des délais, le chef de projet monte au créneau, se démène comme un diable et montre combien il est convaincu du succès de son projet.	2.97	5.54	2.55	2.99
121	Lors de chaque séance de projet, le chef de projet passe un bon moment à discuter les priorités, puis à les fixer très clairement.	5.35	6.43	5.18	1.25
114	A chaque occasion, le chef de projet souligne combien le projet est important pour l'entreprise, combien le succès de ce projet est capital pour le client, combien la satisfaction du client est vitale pour l'entreprise.	4.87	5.91	4.70	1.21
131	Le chef de projet a créé un logo du projet, qui figure sur tous les documents. Il a ensuite fait faire des T-Shirts portant le logo et le nom du projet - seuls les membres de l'équipe de projet ont reçu un tel T-Shirt.	4.21	3.45	4.33	0.88
112	Le chef de projet a noté, sur un grand carton, les trois buts principaux du projet. Il a suspendu ce carton au mur, dans le grand bureau où travaillent la plupart des collaborateurs du projet.	5.28	4.68	5.39	0.71
139	Le chef de projet a préparé, pour chaque membre de l'équipe, un cahier des charges définissant exactement qui faisait quoi.	5.58	6.17	5.49	0.68
105	Le chef de projet avait d'emblée décidé de faire des réunions fréquentes avec le client.	4.97	5.52	4.89	0.64
120	Quand le chef de projet fait une erreur, il en parle presque toujours à la prochaine séance de projet, engage la discussion à ce sujet.	5.54	6.08	5.47	0.61
111	Au début du projet, le chef de projet a passé beaucoup de temps à discuter avec toutes les personnes de l'entreprise qui étaient réticentes face au projet.	5.30	5.80	5.22	0.58
145	Le chef de projet discute régulièrement, en tête-à-tête, avec chaque personne qui travaille sur le projet.	4.74	5.20	4.67	0.53

Figure 52: Questions où les différences entre les régions linguistiques sont les plus marquées (échelle de 1 .. 7)

Les différences ci-dessus, même si elles semblent faibles, sont significatives. Nous avons calculé, avec le test de contingence χ^2 , l'intervalle de confiance de 95%, et vérifié que cet intervalle était, pour chacun des facteurs humains, nettement inférieur à la différence entre les deux échantillons. Le test a été fait sur l'échantillon le plus petit (les Romands). Par exemple, pour la question 105, l'intervalle de confiance vaut 5.19 ..

5.84; la valeur de 4.89 est en dehors de cet intervalle, la différence est donc significative.

Les différences culturelles entre Romands et Alémaniques, en ce qui concerne le comportement dans les entreprises, n'ont guère fait l'objet de recherches spécifiques. Bergmann note entre autres, pour la culture des entreprises suisses en général, les caractéristiques suivantes [Bergmann 1994]:

- ♦ acceptation a priori du pouvoir, à condition que celui-ci soit fonctionnel et exercé avec beaucoup de retenue;
- ♦ des structures de communications qui sont essentiellement fonctionnelles, de préférence orales et individualisées;
- ♦ un climat de prudence et de conservatisme.

On pourrait être tenté par une interprétation simple des différences que nous avons constatées, en disant que les caractéristiques ci-dessus sont peut-être marquées davantage en Suisse allemande qu'en Suisse romande - cette dernière étant plus influencée par un tempérament "latin", dans lequel la "retenue" n'est guère mise, et dans lequel il est tout à fait accepté de se battre comme un diable pour son projet.

Si nous examinons maintenant les différents facteurs humains et l'impact qu'ont eu les mesures proposées sur ces différents facteurs, on voit que les différences entre les régions linguistiques sont assez minimes. Dans la table ci-dessous, nous avons calculé la moyenne de toutes les réponses concernant chaque facteur, et représenté les facteurs où ces différences étaient les plus marquées:

	Romands	Alémaniques	Différence
Disponibilité des gens	4.03	3.63	0.40
Soutien de l'organisation-mère	5.38	4.99	0.39
Confiance de l'équipe dans le chef de projet	4.97	4.68	0.29
Communication entre l'équipe et le chef de projet	5.76	5.49	0.27
Chacun est responsabilisé	5.72	5.51	0.22
Conscience de l'enjeu du projet	5.46	5.24	0.21
Motivation	4.78	4.58	0.20

Figure 53: Facteurs humains où les différences entre les régions linguistiques sont les plus marquées.

Il est intéressant de remarquer que les différences vont toutes dans le même sens - les Romands jugeant tous ces effets de manière plus positive. Même si la différence est faible, elle est significative, et pourrait être interprétée par une plus grande retenue des Alémaniques - ou par une importance un peu plus grande accordée par les Romands aux facteurs humains. Il est frappant de voir que cette différence dans la moyenne de l'ensemble des réponses ne se retrouve pas pour les autres catégories de notre échantillon:

	Facteurs	Mesures (Question étalon)
Ensemble des réponses	4.41	5.52
Chefs de projet	4.42	5.54
Membres de l'équipe	4.41	5.52
Romands	4.48	5.69
Alémaniques	4.40	5.50
Hommes	4.41	5.53
Femmes	4.39	5.56

Figure 54: Valeurs moyennes de toutes les réponses, par catégorie

Dans la figure 58, la colonne "Facteurs" contient la moyenne de toutes les réponses données concernant l'effet d'une mesure sur les facteurs humains; la colonne "Mesures" contient la moyenne de toutes les réponses concernant l'effet d'une mesure sur le succès du projet. On voit que les différentes catégories (hommes/femmes, ou chefs de projet/membres de l'équipe) ont donné des réponses dont les moyennes sont très semblables - contrairement à la catégorie linguistique, où une différence significative apparaît entre Romands et Alémaniques.

5.5.6. Différences entre les fonctions (chef de projet versus membre de l'équipe)

Dans notre échantillon, nous avons une bonne répartition entre les chefs de projet et les membres des équipes de projet:

- ♦ Chefs de projet: 309
- ♦ Membres de l'équipe: 368

Nous avons donc cherché à voir où les deux groupes répondaient différemment.

Si l'on prend les questions étalons, on remarque tout d'abord que les différences sont faibles - nettement plus faibles que les différences entre les régions linguistiques, comme le montre la comparaison de la Figure 52 avec la Figure 55. L'écart ne dépasse pas 0.4 point (sur notre échelle allant de 1 à 7).

		Tous	Chef de projet	Membre	Diff.
133	Le chef de projet a l'habitude de fêter chaque succès. Quand un jalon est atteint, quand une tâche critique est terminée, il a l'habitude d'offrir une verrée, parfois même d'offrir le champagne.	5.14	4.95	5.34	0.39
130	Quand il attribue des responsabilités, le chef de projet préfère les attribuer à des groupes (2-3 personnes, parfois plus) qu'à des individus.	4.61	4.45	4.79	0.35
145	Le chef de projet discute régulièrement, en tête-à-tête, avec chaque personne qui travaille sur le projet.	4.74	4.57	4.87	0.30
128	Lors de chaque séance de projet, le chef de projet informe de manière détaillée sur l'avancement réalisé durant la semaine écoulée. Il en informe également le client et le management.	5.57	5.44	5.74	0.30
139	Le chef de projet a préparé, pour chaque membre de l'équipe, un cahier des charges définissant exactement qui faisait quoi.	5.58	5.44	5.74	0.29
111	Au début du projet, le chef de projet a passé beaucoup de temps à discuter avec toutes les personnes de l'entreprise qui étaient réticentes face au projet.	5.30	5.48	5.19	0.29
125	Refusant de travailler avec un vieux logiciel de gestion de projet, le chef de projet a décidé d'acquérir un nouveau logiciel pour mieux suivre le projet.	5.08	4.95	5.23	0.28
135	Le chef de projet organise souvent des activités en-dehors du travail: soirées où l'on joue aux quilles, journées de sport, excursions en famille le week-end.	5.11	5.25	4.99	0.26

Figure 55: Facteurs humains où les différences entre chefs de projet et membres de l'équipe sont les plus marquées.

Les écarts mentionnés ici (0.26 pour la dernière question) sont encore significatifs: l'écart type vaut en effet 0.116 (critère: chef de projet) et 0.135 (critère: membre de l'équipe).

Si nous examinons maintenant les différents facteurs humains et l'impact qu'ont eu les mesures proposées sur ces différents facteurs, on voit que les différences entre les deux groupes sont assez minimes:

	Chef de projet	Membre de l'équipe	Différence
Neutralisation des ennemis du projet	4.60	4.43	0.17
Buts bien expliqués	5.83	5.69	0.13
Relations entre la ligne et le projet	4.53	4.41	0.13
Droit à l'erreur	4.67	4.79	-0.12
Communication entre le chef de projet et le client	5.97	5.86	0.12
Confiance des utilisateurs	4.60	4.49	0.11
Soutien de l'organisation-mère	5.11	5.00	0.11

Figure 56: Différences entre chefs de projet et membres de l'équipe

Dans la Figure 56, on voit que les différences sont presque toutes positives: ceci indique que les chefs de projet, par opposition aux membres de l'équipe, pensent que les mesures auront des effets plus importants. Ces différences sont toutefois assez faibles et s'expliquent par la position chef de projet, qui est davantage confronté au client, aux utilisateurs, aux ennemis du projet, et pour qui ces facteurs sont forcément plus importants que pour les membres de l'équipe. Par contre, pour le droit à l'erreur, les membres des équipes de projet semblent avoir une attitude plus ouverte que les chefs de projet.

5.5.7. Transformation des résultats

Afin de pouvoir utiliser les résultats de notre enquête pour la modélisation dans le simulateur, nous devons procéder à certaines transformations et normalisations. Quelques remarques liminaires tout d'abord:

L'analyse ne nous a pas fourni des valeurs absolues, mais des valeurs relatives de l'effet de certaines mesures sur les facteurs humains. Sur la base des résultats analysés, nous pouvons construire un modèle simple, dans lequel des mesures ont des effets définis, à un facteur constant près, sur des variables qui modélisent des facteurs humains:

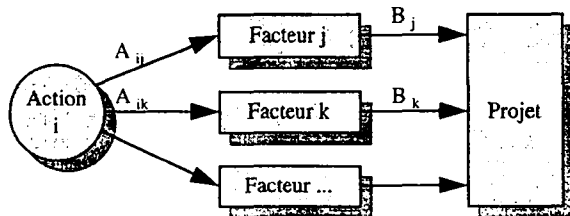


Figure 57: Effet des actions sur les facteurs humains et sur le succès du projet

Dans ce modèle, nous connaissons maintenant la grandeur des effets A_{ij} , A_{ik} . Pour que notre modèle soit utilisable, pour que l'on puisse calculer l'effet des facteurs humains sur le déroulement du projet, il nous manque encore les effets des facteurs humains sur le projet (appelés ici B_j , B_k etc.).

Nous disposons d'une information supplémentaire: la question étalon, qui nous quantifiait l'effet E_i de chaque mesure sur le projet. Connaissant l'effet global et les effets partiels A_{ij} , A_{ik} , nous ne pouvons malheureusement pas calculer les effets B_j , le problème étant sous-déterminé.

Une solution à ce problème consiste à effectuer un changement d'échelle sur les facteurs, de sorte que l'on ait:

$$B_j = B_k = 1.0$$

Comme l'échelle des facteurs humains est complètement libre, nous la choisirons donc de telle sorte qu'une unité de motivation ait, sur le projet, un effet égal à une unité de communication, etc. Pour effectuer cette transformation, il faut connaître la "part" de chaque facteur dans le succès du projet - or cette "part" a été calculée plus haut grâce aux régressions partielles (voir Figure 51, page 113). Appelons ces parts P_j . Nous allons normaliser les A_{ij} de sorte que:

$$\sum_{j=1}^n A_{ij} * P_j = E_i$$

en d'autres termes, que l'effet E_i sur le projet, au travers de l'effet sur les facteurs humains, corresponde bien à l'effet qui avait été quantifié par la question étalon.

Cette transformation d'échelle aura de plus un avantage au niveau de la visualisation des facteurs humains durant la simulation: les échelles des facteurs humains seront comparables en termes d'effet sur le projet.

Après avoir quantifié l'effet relatif des facteurs humains sur le succès des projets, il nous faut encore quantifier l'effet de manière absolue, c'est-à-dire quantifier la relation entre les facteurs humains et l'avancement du projet, mesuré en francs ou en jours. Cet effet peut être médiatisé de plusieurs manières:

- ♦ Indirectement, par les relations entre les facteurs humains et la génération des événements. Un exemple: si les relations entre l'organisation-mère et le projet sont mauvaises, un chef de département pourrait refuser de donner un collaborateur.
- ♦ Directement, en ce sens que les facteurs humains affecteront la productivité du travail des collaborateurs.

Pour ces deux effets, nous devons définir des paramètres, car nous ne disposons pas de valeurs résultant de nos enquêtes. Comment établir le lien entre une quantification des facteurs humains et le succès? Nous avons demandé, lors des interviews avec des chefs de projets, quelle était la différence de rendement entre un team motivé et un team non motivé. Les réponses allaient de +20% à +500%; manifestement, les chefs de projet ne se sont jamais posé cette question. Lors des interviews, certains chefs de projet nous ont dit que la différence pouvait être immense: une équipe démotivée n'arrivera tout simplement pas à résoudre certains problèmes.

Les mesures de l'effet de la motivation sur la productivité ont été faites sur des activités mesurables, donc de routine; il serait intéressant de mesurer l'effet de la motivation sur la capacité à résoudre des problèmes.

Pour déterminer comment les facteurs humains affecteront la productivité du travail des collaborateurs, nous avons procédé de manière empirique, en fixant des valeurs pour ces paramètres en fonction des interviews et de notre expérience, puis en demandant aux utilisateurs du simulateur comment il jugeaient l'effet des facteurs humains sur la productivité du travail. Par cette méthode, nous sommes arrivés à déterminer itérativement les coefficients reliant les facteurs humains et la productivité. Notre travail a été beaucoup simplifié grâce à la transformation d'échelle des facteurs humains à laquelle nous avons procédé: elle nous permet d'ajouter les facteurs humains les uns aux autres, puisque leur unité a, par définition, un effet identique sur le succès du projet.

5.6. Forme des effets

5.6.1. Enquête sur la forme et la durée des effets

Pour quantifier les interactions, nous avons déterminé jusqu'ici la grandeur des effets. Pour une quantification complète, il nous manque encore la dimension temporelle des effets, qui est caractérisée par deux paramètres:

- ♦ la forme de l'effet
- ♦ la durée de l'effet.

La figure ci-dessous montre quelques exemples de forme et durée.

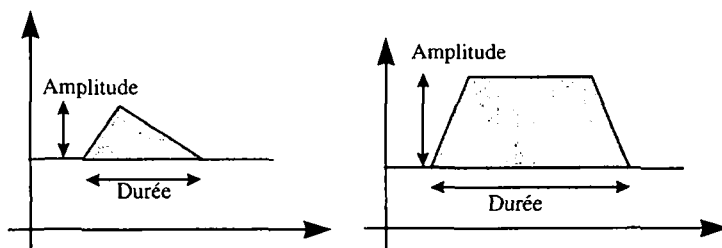


Figure 58: Forme, amplitude et durée des effets

Lorsque nous avons demandé, dans le questionnaire N°2, de quantifier les effets, nous avons obtenu une réponse qui disait, par exemple: "La motivation augmente". Cette réponse concernait uniquement l'amplitude de l'effet, et non sa durée.

Pour que les effets soient modélisés correctement, il nous fallait encore déterminer la forme et la durée. Pour ce faire, nous avons développé un questionnaire que nous avons soumis à 18 chefs de projet. Le questionnaire était construit de la manière suivante: sur le haut de la page était décrite une mesure prise par le chef de projet (nous avons repris telles quelles 10 mesures qui figuraient dans le questionnaire N°2). Ensuite figuraient deux questions: "Quel est l'effet sur la motivation? Quelle est la durée?". La personne devait ensuite cocher une case correspondant à la forme de l'effet (ou définir une nouvelle forme). Le questionnaire est reproduit ci-dessous:

115. Le chef de projet s'est battu pour obtenir de beaux bureaux, bien adaptés, bien équipés, pour l'équipe de projet.

Quel est l'effet sur la motivation ?

Quelle est la durée ?











A <input type="checkbox"/>		F <input type="checkbox"/>	
B <input type="checkbox"/>		G <input type="checkbox"/>	
C <input type="checkbox"/>		H <input type="checkbox"/>	
D <input type="checkbox"/>		I <input type="checkbox"/>	
E <input type="checkbox"/>		J <input type="checkbox"/>	

Figure 59: Questionnaire pour déterminer forme et durée

Pour ce questionnaire, nous nous sommes limités au facteur motivation. Nous avons soumis le questionnaire à 18 participants lors de nos cours de gestion de projet. Les résultats étaient un peu décourageants: pour une même mesure, les résultats, en ce qui concerne la durée, variaient énormément, comme le montre la table ci-dessous:

N° de la question	Minimum de la durée	Maximum de la durée
110	1 jour	1 an
115	1 semaine	3 mois
118	1 semaine	1 an
140	1 jour	2 semaines

Figure 60: Résultats du questionnaire sur la durée des effets

Pourquoi les différences sont-elles si grandes? Manifestement, les personnes interrogées ne savaient pas, n'avaient aucune indication pour chiffrer la durée de l'effet. Elles ne s'étaient certainement jamais posé cette question, et leurs réponses semblent relever du hasard pur... D'ailleurs, plusieurs personnes ont refusé de chiffrer la durée, donnant des réponses comme "pas très longtemps", "jusqu'à ce que l'on s'y habitue", "très longtemps".

Au vu de ces différences, nous avons renoncé à utiliser ces résultats.

En ce qui concerne la forme des effets, nous avons également été déçus par les résultats. Aucune tendance n'est visible, les différentes formes sont toutes citées avec une fréquence presque identique.

Ces résultats montrent assez clairement les difficultés d'une modélisation exacte... En fait, pour notre but, cela n'est pas si grave. En effet, ce qui nous importe, c'est que notre modèle permette une visualisation des effets des actions entreprises par le chef de projet. Et l'effet immédiat est beaucoup plus important, au plan pédagogique, que l'effet à long terme. Nous reviendrons sur ce point plus tard (voir page 139), lorsque nous discuterons de la construction du modèle.

Pour intégrer la durée et la forme, nous avons renversé le problème: nous avons considéré que les réponses données à propos de l'effet sur les facteurs humains concernaient l'intégrale, sur le temps, du facteur considéré (la surface grisée de la Figure 58), donc que les gens intégraient la durée de l'effet dans leur réponses.

Cette hypothèse ne résolvait pas la sous-détermination du problème: nous connaissions la surface, mais pas la forme de l'effet. Pour déterminer cette forme, nous sommes partis des impératifs pédagogiques: il fallait que les utilisateurs voient rapidement l'effet d'une action - ce qui nous a conduit à privilégier les formes situées entre l'impulsion et le triangle (voir plus bas la Figure 78 en page 162).

5.6.2. Effets asymétriques

L'effet d'une mesure sur les facteurs humains n'est certainement pas linéaire. Nos observations nous inciteraient plutôt à voir une hystérésis, particulièrement en ce qui concerne la motivation ou la confiance. En d'autres termes: il faut beaucoup pour démotiver quelqu'un; mais une fois qu'une personne est démotivée, il faut beaucoup pour restaurer la motivation. Il est vraisemblable que l'effet des motivateurs sur la motivation prendra la forme suivante:

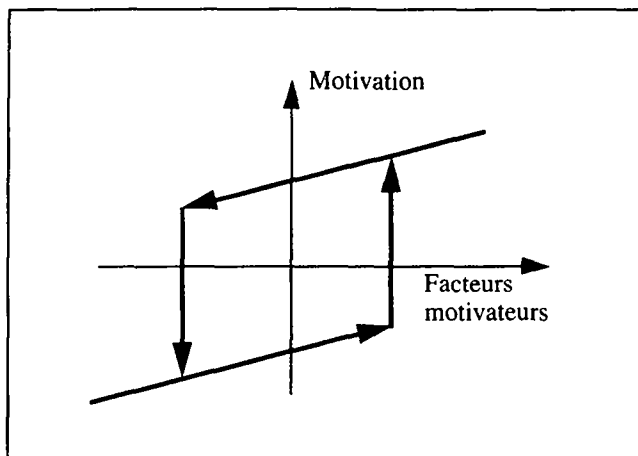
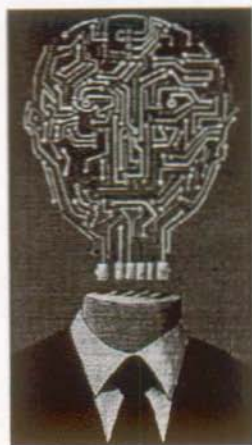


Figure 61: Effet d'hystérésis dans la motivation

Nous n'avons pas cherché à implémenter un tel comportement dans notre modèle, car un effet d'hystérésis aurait pénalisé fortement un projet - allant à l'encontre de notre but pédagogique primordial.

Une autre asymétrie des effets mérite d'être relevée. Dans les discussions que nous avons eues avec les gens qui ont rempli le questionnaire sur la durée et la forme des effets, plusieurs personnes nous ont dit que la forme et la durée de l'effet auraient été très différents dans le cas inverse. Concrètement, les gens devaient indiquer l'effet, sur la motivation, du paiement des heures supplémentaires. Ils qualifiaient cet effet de courte durée; mais, si les heures n'étaient pas payées, l'effet négatif durerait beaucoup plus longtemps. La même remarque a été faite à propos du choix du matériel: acheter du bon matériel motive un certain temps, jusqu'à ce que l'on s'y soit habitué. Par contre, un ordinateur lent démotive sans relâche, chaque fois qu'on devra attendre.

Nous avons, dans la mesure du possible, tenu compte de ces remarques dans la modélisation des actions du chef de projet.



6. L'élaboration du modèle

Dans ce chapitre, nous allons expliciter notre démarche en vue de la construction du modèle des facteurs humains qui est au cœur du simulateur de formation. Nous allons en particulier montrer le processus de modélisation, indiquer sur quels critères certains éléments de la "réalité" ont été omis ou au contraire inclus dans le modèle.

Un point retiendra particulièrement notre attention: comment créer un modèle qui, sans trop s'éloigner de la réalité, réponde aux impératifs pédagogiques qui sont les nôtres.

6.1. La modélisation

6.1.1. Processus de modélisation

La modélisation se fait toujours avec un objectif donné: toute modélisation a une fin, et cette fin va servir de guide pour la définition des critères de la modélisation - et par là réduire la complexité du système à modéliser [Zeigler 1984]. Nous allons donc tout d'abord définir exactement les objectifs de notre modélisation (voir ci-dessous, page 127). Une fois l'objectif déterminé, la modélisation comportera trois étapes:

- ♦ la définition des limites du système à modéliser
- ♦ la simplification (élimination des attributs inutiles et regroupement d'attributs)
- ♦ l'apport d'attributs facilitant le travail avec le modèle.

La définition des limites du système modélisé consiste à définir une portion de la réalité sociale que nous appellerons "original": par là même, nous définissons tous les éléments que nous excluons de notre "original". Les critères utilisés sont pragmatiques [Stachowiak 1973], le modèle doit simplement correspondre aux buts que s'est fixés celui qui fait le modèle. Pour nous, l'original est constitué par le projet lui-même, ses acteurs directs et certaines personnes qui jouent un rôle important: le client, la direction de l'entreprise, les chefs de département.

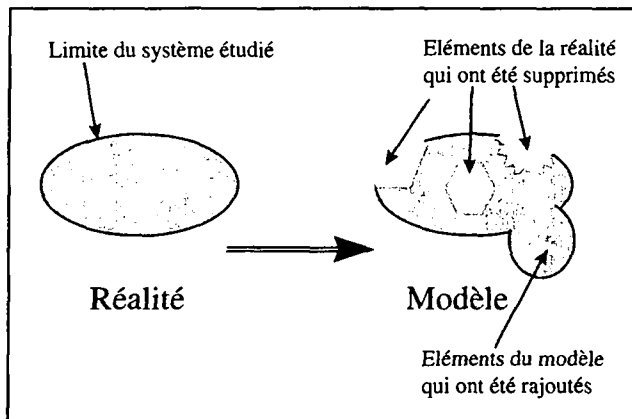


Figure 62: Le processus de la modélisation

La simplification consiste à éliminer, au sein de l'original, tous les éléments dont la présence n'est pas indispensable pour l'objectif donné. Nous verrons plus loin que nous éliminerons par exemple la plupart des aspects techniques du projet. La simplification comprend également une phase d'agrégation ("lumping"), dans laquelle certains éléments de la réalité sont regroupés pour ne former qu'une seule entité. Dans notre cas, les "utilisateurs du projet" formeront une entité, ils n'apparaîtront pas individuellement.

Une modélisation raisonnable doit éviter deux écueils: une simplification trop grande, et un réalisme trop poussé, qui modélise trop d'éléments par rapport au but de la simulation ("over-elaboration", voir [Pidd 1992]).

Nous verrons plus loin (voir en page 144) quels acteurs nous avons finalement retenus dans la modélisation.

L'apport de nouveaux attributs, enfin, consiste à créer de nouveaux objets ou acteurs, qui n'existent pas dans la réalité, mais dont la présence facilite l'utilisation du modèle. Nous allons introduire notamment des objets de visualisation, tels que par exemple l'indication en tout temps de l'avancement du projet, ou les indicateurs de la motivation, de la cohésion de l'équipe.

6.1.2. Les buts de la modélisation

La finalité de notre modélisation des facteurs humains est la construction d'un simulateur de formation pour chefs de projet. En d'autres termes, notre modèle n'a pas pour but une prévision de l'évolution des facteurs humains dans un projet, ni la simulation, à l'avance, du déroulement d'un projet.

La formation des chefs de projet est en soi un concept encore trop général. Pour être utilisable, notre finalité devrait inclure une liste des contenus didactiques que les utilisateurs devraient apprendre au travers de l'utilisation du modèle. Comment élaborer cette liste? Nous aurions pu nous baser sur les programmes de certification en management de projet, mais, comme nous l'avons vu plus haut, ces programmes sont par nature trop techniques (voir page 24). Plutôt que de nous baser sur les innombrables inventaires des qualités que devrait avoir le chef de projet, nous avons préféré prendre une démarche empirique.

Nous avons élaboré cette liste sur trois bases:

- ◆ les demandes des entreprises
- ◆ les lacunes remarquées lors des séminaires
- ◆ les résultats de notre enquête.

Durant les années 1991 à 1995, nous avons animé de nombreux séminaires de gestion de projet, au cours desquels nous avons formé environ 700 chefs de projet. Souvent, la préparation des séminaires intra-entreprise s'est faite sur la base de besoins explicitement formulés par les entreprises. D'autre part, au cours des séminaires, nous avons été confrontés à de nombreux participants qui exprimaient leur besoin en formation, ou dont les lacunes étaient visibles. C'est cette large expérience qui nous a donné les principaux éléments pour élaborer la liste des contenus didactiques. Nous y avons ajouté certains éléments nouveaux qui avaient été cités dans les réponses au questionnaire N°1.

Nous avons regroupé ces contenus en plusieurs catégories:

Contenus au plan de l'organisation du projet

- ◆ Bien expliquer les buts du projet
- ◆ Distribuer le travail en fonction des compétences de chacun
- ◆ Faire participer les utilisateurs
- ◆ Avoir des contacts réguliers avec le client
- ◆ Limiter les heures supplémentaires
- ◆ Dans la planification, tenir compte des vacances des collaborateurs
- ◆ Soigner l'agencement des bureaux
- ◆ Fixer les priorités
- ◆ Définir les responsabilités de chacun
- ◆ Ne pas changer souvent les affectations des collaborateurs
- ◆ Ne pas mettre trop de monde sur une tâche
- ◆ Ne pas augmenter les effectifs durant l'exécution d'une tâche
- ◆ Bien expliquer le travail.

Contenus au plan des individus

- ◆ Comprendre l'effet de la motivation sur la productivité
- ◆ Discuter souvent avec les gens
- ◆ Réagir si un collaborateur a des difficultés
- ◆ Donner un feed-back sur le travail fourni
- ◆ Veiller à la formation

Contenus au plan de l'équipe

- ◆ Veiller constamment à la motivation
- ◆ Tenir compte des personnalités lors de la composition de l'équipe
- ◆ Comprendre l'importance des réunions extra-muros
- ◆ Savoir décider en équipe. Cet aspect sera surtout réalisé au travers du comportement de l'équipe réelle (celle qui utilise le simulateur).
- ◆ Gérer les conflits dans l'équipe
- ◆ Procéder aux estimations en groupe, planifier en groupe
- ◆ Avoir une politique d'information transparente face à l'équipe.

Contenus au plan de la communication

- ◆ Agencer des réunions d'équipe régulières
- ◆ Maintenir l'équipe en un seul lieu (géographique)
- ◆ Faire des PV des séances
- ◆ Utiliser le courrier électronique à bon escient
- ◆ Afficher les données-clef du projet
- ◆ Informer l'équipe régulièrement de l'avancement du projet
- ◆ Donner des informations générales sur le projet
- ◆ Bien informer le management

Contenus au plan des relations avec l'organisation-mère

- ◆ Identifier/neutraliser des opposants au projet
- ◆ Soigner les relations avec la direction
- ◆ Soigner les relations ligne-projet.
- ◆ Se battre pour obtenir le soutien de l'organisation
- ◆ Se battre pour défendre son projet
- ◆ Accorder l'importance requise aux entretiens de qualifications

Contenus au plan technique

- ◆ Comprendre l'importance de la planification
- ◆ Savoir utiliser à bon escient Gantt et PERT
- ◆ Planifier les ressources, effectuer le lissage
- ◆ Prévoir les revues de qualité
- ◆ Prévoir les revues de projet
- ◆ Comprendre l'importance de la qualité des outils de travail (PC, etc.)

Cette liste est certes loin d'être exhaustive. En particulier, elle ignore tout l'amont du déroulement de projet (analyse du problème, définition des buts, élaboration du concept, choix des variantes), cette partie du projet que nous avons délibérément laissée de

côté (voir page 11). Elle nous a cependant permis de faire les choix nécessaires dans la délimitation du système.

6.1.3. Le processus d'apprentissage avec un modèle

Le processus d'apprentissage, face à un système nouveau - tel que par exemple la gestion de projet - consiste tout d'abord dans l'élaboration d'hypothèses sur les relations pouvant exister entre les actions que l'on pourrait prendre et les résultats que l'on attend. Ces hypothèses et les opérations associées, appelées parfois "théories d'action" forment ce qu'il est convenu de nommer un "modèle mental" [Speelman 1993], [Dörmer 1979], [Hacker 1979], [Forrester 1971]. En fonction du but à obtenir, la personne choisira, sur la base de ses hypothèses, une conduite à suivre. La mise en œuvre de cette conduite dans le système produira des résultats, qui seront comparés avec les attentes.

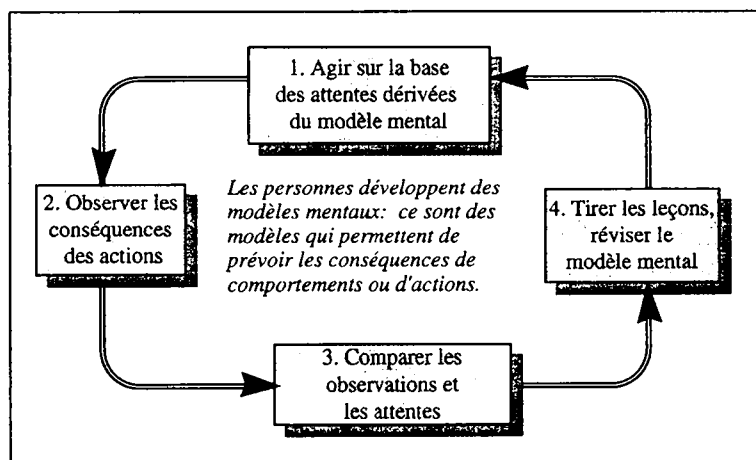


Figure 63: Processus d'apprentissage

Cette comparaison servira de base à la correction et au développement du modèle mental. Afin que l'apprentissage se fasse, il est impératif que le résultat des actions puisse être observé rapidement.

Face à une situation nouvelle, pour laquelle aucun modèle mental n'avait été élaboré au préalable, la personne recherchera dans son expérience une situation connue et présentant le plus d'analogies avec la situation actuelle. Sur la base du modèle de cette situation, elle élaborera des hypothèses qui seront ensuite vérifiées ou infirmées dans la même boucle d'apprentissage.

Dans l'apprentissage avec un simulateur, les choses se passent fondamentalement de la même manière, avec toutefois une différence: les conséquences des actions découlent

d'un autre modèle, le modèle qui régit le simulateur. La figure ci-dessous montre le mécanisme:

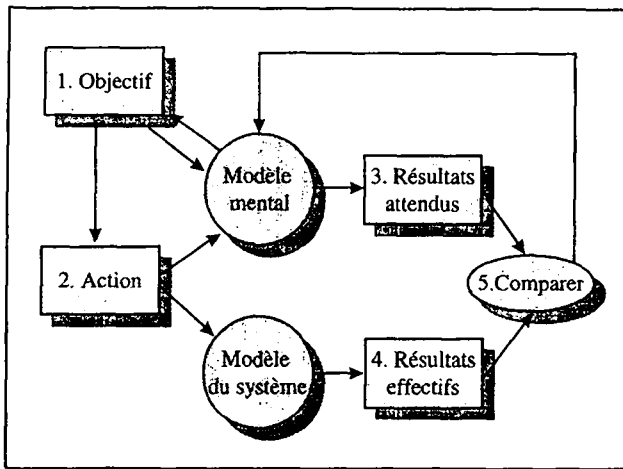


Figure 64: Apprentissage avec un modèle

Nous voyons ici que le phénomène d'apprentissage résulte de la comparaison entre les résultats attendus et les résultats effectifs. De là découle une conclusion importante: pour autant que possible, il faudrait que chaque action de l'utilisateur ait des conséquences visibles, et visibles rapidement.

Pour Forrester, notre esprit est incapable d'exécuter correctement un modèle mental complexe: "(...) this inability of the human mind to use its own mental model is clearly shown when a computer model is constructed to reproduce the assumptions held by a single person. (...) it usually happens that the system that has been described does not act the way the person anticipated" [Forrester 1971] - d'où l'intérêt majeur des simulateurs pour la formation, car eux seuls peuvent mettre en évidence les attentes erronées.

Pour Dörner, un modèle facilite l'apprentissage dans la mesure où il permet de remplacer une abstraction par une visualisation (Veranschaulichung). Une visualisation pertinente est celle qui regroupe tous les attributs importants, et néglige les autres.

Si le modèle permet une visualisation (mentale), il est évident qu'une visualisation (réelle) durant l'apprentissage permet un développement plus facile du modèle mental. Dans un apprentissage avec un ordinateur, le développement d'un modèle mental adéquat peut être rendu difficile si l'interface utilisateur n'est pas conçue pour faciliter la construction du modèle mental chez l'utilisateur [Rost 1983], [Sauter 1985], [Yufik 1993]. Nous verrons plus loin (voir page 152) quelles mesures ont été prises à cet effet.

6.1.4. Exactitude des paramètres du modèle

Notre finalité est une modélisation des facteurs humains pour la construction d'un simulateur de formation, dont le comportement doit être plausible, à défaut d'être exact. Une action prise par le chef de projet doit avoir un effet visible sur les facteurs humains, les graphiques doivent montrer que tel ou tel facteur a été affecté plus ou moins fort dans un sens ou dans l'autre. Mais la question de l'exactitude des effets ne se pose pas: il manque tout le fondement théorique d'une métrique des facteurs humains.

Par contre, notre modèle permettra de mettre en évidence l'importance relative des effets que nos enquêtes nous ont permis de mesurer.

Notre modèle n'a pas pour but une prévision de l'évolution des facteurs humains dans un projet: pour ce faire, il faudrait d'abord quantifier, chez les personnes existantes, les paramètres de notre modèle: attitude face à la difficulté, rapidité au travail intrinsèque, motivation, qualifications dans divers domaines. Ensuite, il faudrait conceptualiser et quantifier un nombre très important de facteurs supplémentaires, décrivant d'une part les filtres perceptifs individuels, et d'autre part les relations de chaque personne avec chaque personne. Il faudrait aussi tenir compte de nombreux facteurs que nous avons exclus de notre modèle: l'environnement des membres de l'équipe de projet, le comportement de leurs proches, etc. Enfin, il faudrait également renoncer à notre hypothèse simplificatrice d'une relation linéaire entre les facteurs humains et la productivité.

Aujourd'hui, la recherche de l'exactitude dans la quantification des facteurs humains nous semble manifestement vouée à l'échec.

6.2. Le modèle systémique

6.2.1. La théorie des modèles systémiques (System Dynamics)

La théorie des modèles systémiques a été développée au début des années 60 par Jay Forrester (MIT), et exposée dans le célèbre ouvrage "Industrial Dynamics" [Forrester 1961]. Dans ces modèles, une représentation simple, comportant quatre éléments de base (niveaux, valves, flux et informations de contrôle) permet de modéliser facilement les équations différentielles qui régissent de nombreux systèmes, qu'ils soient industriels, sociaux ou autres. L'apport principal de Forrester aura été de concevoir un système permettant de remplacer les équations différentielles par un système d'équations de différences de premier ordre - ce qui simplifiait grandement les calculs de simulation.

Ces modèles présentent une particularité: ils sont très sensibles aux conditions initiales et aux valeurs des paramètres qui contrôlent les flux. Une légère erreur dans les paramètres conduit assez rapidement à une divergence du système. Cette divergence ne se produirait peut-être pas dans la réalité, dans la mesure où d'autres effets pourraient contribuer à l'amortir. Cette particularité rend l'utilisation de ces modèles délicate dans les domaines où les paramètres ne sont pas connus avec précision - ce qui est manifestement le cas pour la modélisation des facteurs humains. Cette particularité explique aussi le scepticisme que rencontre aujourd'hui encore la méthode développée par For-

rester: "Despite its long history, in simulation terms at least, many management scientists are skeptical of its value" [Pidd 1992].

Ces modèles ont été utilisés pour étudier la manière dont les gens résolvaient les problèmes dans des situations complexes. Dans le simulateur TANALAND, un système écologique d'une région africaine est simulé, avec plus de 50 variables reliées par de nombreuses boucles de contre-réaction. L'utilisation du système a montré "...that the subjects almost always destroyed the - originally stable state - of the variables of the simulated community and often created catastrophic situations" [Funke 1988]. Ces résultats ont été utilisés pour "démontrer" les déficiences de l'esprit humain ("the subjects did not possess enough cognitive ability to be able to cope with complex systems") - mais en oubliant que l'Afrique compte beaucoup de peuples qui ont réussi à survivre précisément dans ces conditions ... Ces résultats démontrent plutôt que la simulation de systèmes complexes, intégrant de nombreuses boucles de contre-réaction, conduit presque toujours à des systèmes instables, car ils ne peuvent modéliser toutes les réactions des acteurs - et en particulier les réactions des humains qui empêcheront le système de diverger.

Les modèles systémiques ont été utilisés pour modéliser certains aspects de la gestion de projet: nous allons examiner un exemple représentatif dans le paragraphe qui suit.

6.2.2. Approches systémiques en gestion de projet

Tarek Abdel-Hamid a développé un modèle du déroulement des projets informatiques sur la base des approches systémiques, constitué de quatre sous-systèmes: la gestion des ressources humaines, la planification, le contrôle, la production de logiciel [Abdel-Hamid 1991]. La figure suivante montre le schéma d'ensemble du modèle:

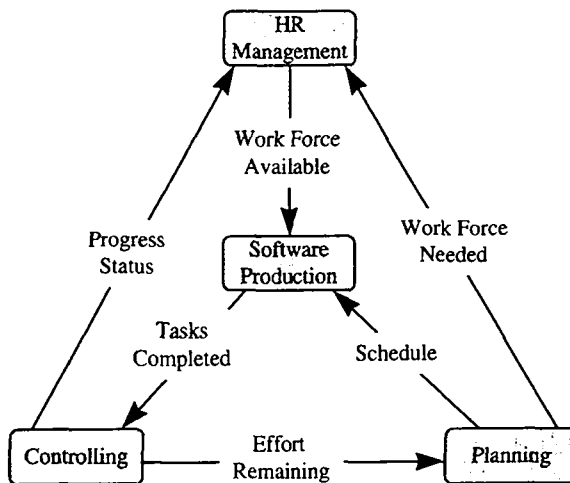


Figure 65: Le modèle de Abdel-Hamid

Dans ce modèle, Abdel-Hamid a introduit un nombre considérable de paramètres, dont la valeur a été déterminée par des interviews avec 27 chefs de projet. Ces paramètres sont très spécifiques au domaine considéré (la production de logiciel). Quelques exemples: le temps passé par un programmeur expérimenté pour former un nouveau programmeur est fixé à 20% de son temps. La durée de formation est fixée à 80 jours, le taux de rotation du personnel à 30% par an. Le temps passé à l'assurance-qualité est fixé à 15% du temps, la courbe d'apprentissage conduit à une augmentation de 25% de la productivité en fin de projet.

Ce modèle a été calibré sur la base d'un projet informatique de la NASA, et devrait permettre de prédire le déroulement de projets informatiques. En fait, il semble que ce modèle soit resté très lié au projet par lequel il a été calibré.

En ce qui concerne les facteurs humains, Abdel-Hamid pense que la plupart des facteurs qui affectent la motivation ressortent de l'entreprise, et non du projet: "The review of the literature on motivation indicates that most motivational factors - possibility for growth, advancement, responsibility, salary, company policy and administration - tend to characterize the overall organizational setting and climate". Les résultats de nos enquêtes contredisent complètement cette position: nous avons vu que la motivation était largement influençable par le chef de projet - seule la satisfaction est influencée par l'entreprise en général.

Pour Abdel-Hamid, le seul effet du projet sur la motivation passe par la pression: si la pression des délais augmente, alors le temps où les gens ne font rien (café, lecture, etc.) diminuera: "The motivation mechanism in the model is designed to capture the motivational impact of schedule pressures on slack time". (...) In the absence of schedule pressure, the fraction of the daily hours allocated to project-related work by the average full-time team member is defined by the Parameter <Nominal Fraction of a manday on Project>. (...) We set the value of the parameter at 60%". Cette vision des facteurs humains nous semble bien mécaniste...

De même, la communication est vue comme une perte de productivité: "Even though human communication is indeed an essential component of software development, it does constitute an overhead. (...) It is the average team member's drop in productivity below his normal productivity as a result of team communication, where communication includes verbal communication, documentation, and any additional work, such as that due to interfaces".

Le modèle d'Abdel-Hamid simule également les actions du chef de projet: c'est l'ensemble du déroulement du projet qui est simulé. En variant les paramètres de la simulation, on peut voir les effets sur le déroulement du projet. Ci-dessous, nous voyons par exemple l'effet d'un changement dans la politique de recrutement:

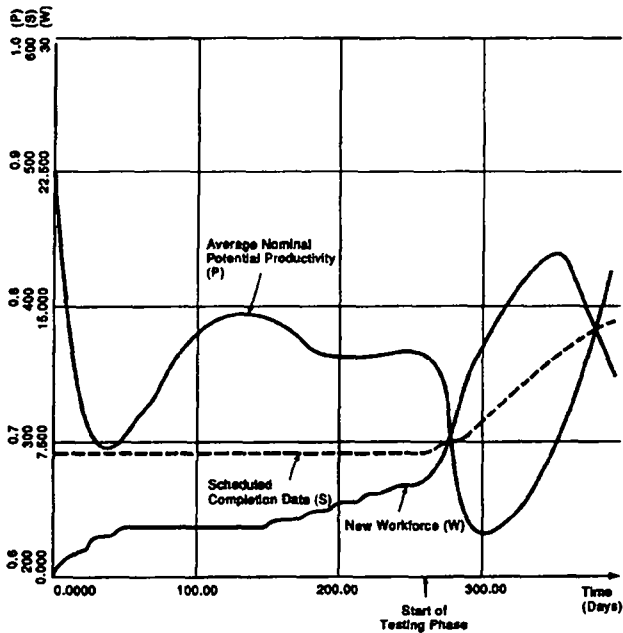


Figure 66: Effet de la politique de recrutement sur le projet

Nous voyons bien sur le graphique ce que nous appelons les dérives des variables: en changeant le paramètre qui pilote le recrutement, on voit le nombre de personnes travaillant sur le projet passer brusquement de 4 à 18, et la productivité s'effondrer. Nous ne doutons pas de la justesse de la prédiction dans le cadre du modèle: simplement, dans la réalité, d'autres facteurs empêcheraient un chef de projet de faire passer son équipe de 4 à 18 personnes. Les dérives des variables ne correspondent pas à la réalité, et - dans un cadre didactique - empêcheraient la formation d'un modèle mental approprié de la réalité.

Le modèle d'Abdel-Hamid a été utilisé notamment pour examiner l'effet de l'imprécision des estimations de l'avancement du projet [Abdel-Hamid 1993].

6.3. Le modèle pédagogique

6.3.1. Impératifs pédagogiques

Durant les premiers tests que nous avons réalisés en septembre 1994 avec le simulateur, un des groupes a effectué une mauvaise planification. Se concentrant uniquement sur les tâches critiques, le groupe a négligé la planification des tâches non critiques, ce qui a conduit à des dépassement de délai très importants. Au moment où le facteur de

dépassement a atteint 170%, le groupe a été tellement démotivé qu'il a arrêté, laissant la simulation continuer toute seule. Plusieurs semaines après, ces personnes faisaient encore manifestement la moue quand on leur parlait du simulateur: ce dernier avait été vécu comme un échec.

Cet effet de démotivation à la suite d'un échec s'est reproduit plusieurs fois lors des tests préliminaires, avec d'autres groupes. Cette démotivation après un échec a des effets pertinents qui vont bien au-delà: le sentiment négatif s'étend également sur la formation dans son ensemble, sur les contenus appris.

Ce que la pédagogie classique a dit sur l'importance de la relation émotionnelle entre l'apprenant et l'enseignant peut être transposé en ce qui concerne les instruments d'apprentissage: il faut qu'une relation positive existe entre l'apprenant et l'outil de formation. Nous en avons donc conclu que chaque simulation devait se terminer par un sentiment de victoire: le sentiment d'avoir réussi à mener le projet à terme, en respectant les budgets et les délais.

Ceci a évidemment des implications fortes au niveau de la modélisation: il faut impérativement éviter les dérives incontrôlées des variables, qui pourraient découler des interactions circulaires entre les variables.

D'autre part, l'exigence de réussite affecte la modélisation en ce sens que le modèle doit être "tolérant": les erreurs des utilisateurs ne doivent pas être trop pénalisantes. Les erreurs doivent avoir un effet limité, et l'effet doit être limité dans le temps. Ici encore, nous nous éloignons d'une modélisation "réaliste", afin d'atteindre nos buts didactiques.

Dans les premiers tests avec le simulateur, nous avons fait une autre expérience intéressante: lors de la simulation, il s'est avéré que trois personnages du simulateur étaient restés inactifs durant quelques jours, et ceci non pas à la suite d'une erreur des participants, mais à cause d'une erreur de programmation dans le simulateur. La conséquence n'a pas été très grave au niveau de la simulation - les coûts ont augmenté d'environ 1% - mais cet incident a sérieusement affecté la crédibilité du simulateur. Par la suite, la cause de chaque comportement anormal était d'abord attribuée au simulateur.

De cette expérience, nous avons retenu deux choses:

- ♦ La crédibilité du simulateur est chose fragile. Autant que possible, le simulateur ne devrait pas contenir d'erreurs.
- ♦ Le comportement du simulateur doit être aussi transparent que possible.

Cette dernière exigence a des conséquences importantes au niveau du modèle. La transparence du modèle, donc la facilité avec laquelle il peut être compris, implique en effet une limitation de la complexité de la modélisation. Nous revenons ici sur les problèmes des effets circulaires, qui sont de par leur nature-même très difficiles à saisir. Comme le disait fort bien Forrester: "Evolutionary processes have not given us the mental skill needed to properly interpret the dynamic behavior of the systems of which we have now become a part" [Forrester, 1971].

6.3.2. Nécessité d'un autre modèle

Pour l'objectif de notre modélisation, il nous faut un modèle dont la complexité soit limitée, afin que les utilisateurs puissent, au travers de son utilisation, s'en créer facilement un modèle mental adéquat.

Si l'approche systémique classique ne convient pas, il nous faut élaborer un modèle différent. Revenons aux exigences que pose la simulation que nous voulons réaliser. Dans cette simulation, nous voulons que les utilisateurs puissent effectuer des actions qui aient des effets spécifiques sur des variables internes représentant les facteurs humains (Exemple: le choix des collaborateurs influence la cohésion de l'équipe).

D'autre part, nous aimerions que des événements internes soient générés par l'évolution de ces variables. (Exemple: si la cohésion est faible, il est possible qu'un conflit apparaisse dans l'équipe).

Enfin, nous aimerions que les événements internes aient également des effets sur les variables internes (Exemple: un conflit affecte la productivité des collaborateurs).

La Figure 67 représente une première esquisse de modèle:

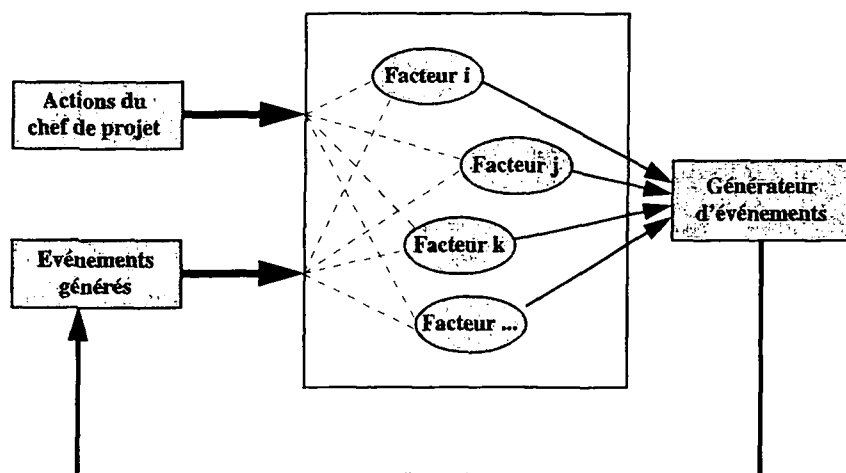


Figure 67: Modèle actions/facteurs/événements

Le générateur d'événements figurant dans ce modèle sera décrit plus en détail plus bas (voir page 143). Dans ce modèle, nous n'avons pas représenté de relations entre les facteurs humains. Nous avons vu plus haut le risque qu'il y avait à permettre des boucles fermées dans le simulateur: les variables risquaient de dériver d'une façon incompréhensible pour l'utilisateur. Face à cette situation, plusieurs options nous étaient possibles:

- a) renoncer simplement aux effets circulaires
- b) introduire des limites pour le domaine de valeurs des variables cruciales
- c) modéliser les effets circulaires au premier niveau
- d) rendre les effets circulaires visibles.

Nous allons maintenant examiner successivement ces quatre possibilités.

a) Renoncer simplement aux effets circulaires

C'est cette solution qui a été jusqu'ici retenue dans la construction de la grande majorité des simulateurs. Schneider par exemple exige des dépendances non circulaires [Schneider 1995], à cause des avantages manifestes offerts par cette solution:

- ◆ calcul des valeurs des attributs en une seule passe
- ◆ il n'est pas nécessaire de résoudre des systèmes d'équations
- ◆ cela évite de nombreuses difficultés induites par des systèmes d'équation sur-déterminés ou sous-déterminés.

Dans notre cas, une telle simplification ne nous a pas paru judicieuse: les facteurs humains sont en effet caractérisés par quantité d'interrelations circulaires, et une modélisation qui ne tiendrait pas compte de ces effets serait trop éloignée de la réalité.

b) Introduire des limites pour le domaine de valeur des variables cruciales

La solution b) permet certes de limiter les effets circulaires, mais ne réduit pas la complexité du modèle. De plus, comme la valeur de certains facteurs humains sera visible graphiquement pour les utilisateurs, ces derniers verraient l'effet de limitation - ce qui introduirait une distorsion manifeste et peu compréhensible entre la réalité et le simulateur, diminuant par là la crédibilité de la simulation.

Nous verrons plus tard que nous allons utiliser quand même des limites dans certains cas, là où les facteurs ne sont pas visibles pour l'utilisateur. Il s'agit notamment du calcul de l'effet de la taille du groupe sur la productivité de la tâche: pour certaines tâches, augmenter les effectifs peut conduire à une diminution drastique de l'efficacité. Si nous ne mettons pas de limite à cet effet, le projet risque d'avancer trop lentement.

c) Modéliser les effets circulaires au premier niveau

Rappelons ici que dans notre modèle, les variables peuvent être influencées par les événements (internes et externes) qui arrivent durant la simulation. Prenons un exemple simple: une action du chef de projet conduit à une augmentation de la motivation. Cette augmentation de la motivation conduira à une augmentation de la cohésion et de la communication, lesquelles à leur tour feront augmenter la motivation. La figure ci-dessous montre les variables concernées:

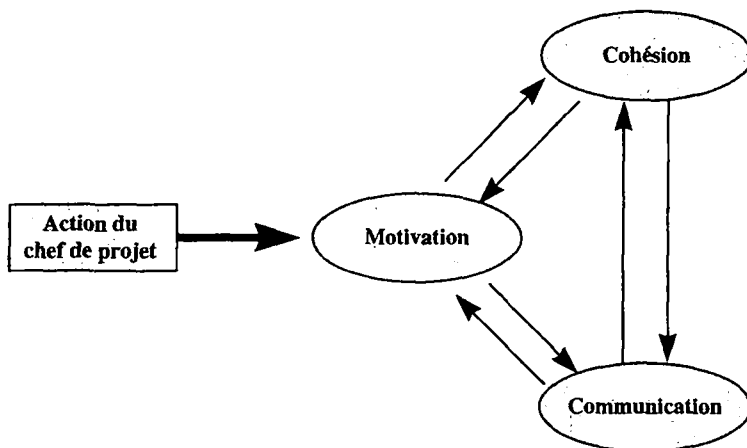


Figure 68: Les interactions circulaires

Pour éviter ces effets circulaires, l'idée consiste à modéliser uniquement les effets des actions sur les variables, en tenant compte cependant, au moment de l'action, des effets ultérieurs des variables entre elles. Nous passons en fait ainsi, pour ce type d'actions, d'une simulation continue à une simulation événementielle. Si nous reprenons l'action ci-dessus, nous allons donc modéliser un effet de l'action sur la motivation, mais également l'effet (indirect) de l'action sur la cohésion et sur la communication. Cet effet sera pris en compte une seule fois, au moment même de l'action.

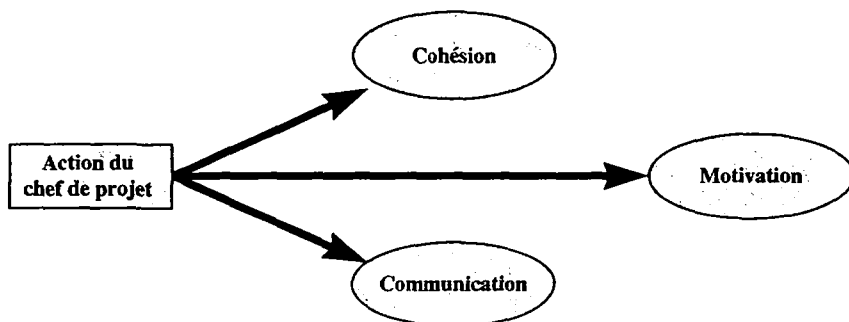


Figure 69: Modélisation non circulaire des effets

Cette manière de faire conduit certes à un modèle qui correspond imparfaitement à la réalité, mais dont la transparence est nettement supérieure: les utilisateurs voient im-

médiatement l'effet de leur action sur les différents paramètres en question. Quelle est la conséquence de cette simplification en ce qui concerne l'évolution des variables au cours du temps? Si nous reprenons l'exemple ci-dessus, et que nous admettons que les interactions entre les variables répondent en général à des courbes exponentielles de premier ordre, nous aurons les différences que l'on voit dans la figure suivante:

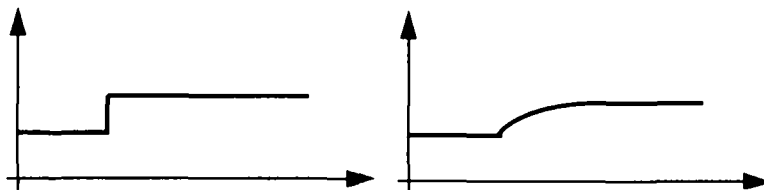


Figure 70: Réponse à une variation d'un facteur

A gauche, la réponse du modèle simplifié; à droite, la réponse d'une fonction exponentielle (fonction typique d'un modèle systémique). Relevons ici que notre modèle simplifié conduit également à une erreur sur la valeur finale de chacune des variables, puisque l'effet de l'effet est ignoré. Mais il s'agit en l'occurrence d'une erreur de second ordre.

Il est évident que dans le cas d'interactions circulaires multiples, les courbes de réponse seraient d'ordre supérieur. Nous pensons que le délai induit par une telle réponse, même s'il correspond vraisemblablement davantage à la réalité, est un handicap pour les utilisateurs du simulateur. Si l'effet ne se manifestait qu'après un certain laps de temps, il serait très difficile pour les utilisateurs d'établir une relation de cause à effet - diminuant par là leur capacité de se créer un modèle mental pertinent.

En ce sens, la modélisation non circulaire proposée correspond parfaitement au but poursuivi: il faut que les utilisateurs voient immédiatement les effets, l'impact de leurs actions sur les différents facteurs humains qui jouent un rôle dans le projet.

Pour définir les paramètres de cette prise en compte immédiate des effets circulaires, nous avons utilisé les quantifications des facteurs humains que nous a livrées l'analyse du questionnaire N° 2 (voir ci-dessus, page 99).

Cette simplification nous pose toutefois un problème: il est des situations où les effets circulaires sont incontournables. Nous pensons notamment ici à l'effet d'entraînement occasionné par un projet qui se déroule bien: si les délais sont tenus, la motivation augmente, la productivité augmente, et la probabilité que les délais continuent d'être tenus augmente également. Comment tenir compte de ces effets circulaires, sans pour autant perdre le contrôle des effets induits? Le point suivant explique comment nous avons procédé.

d) Rendre les effets circulaires visibles au travers d'événements

Pour éviter que les effets circulaires ne se passent "derrière le dos" des utilisateurs, nous avons essayé de les rendre visibles aux utilisateurs. Le subterfuge utilisé ici est le suivant: lorsqu'une des variables représentant l'un des facteurs humains traverse un certain seuil, elle produit un événement qui sera visible pour l'utilisateur. Cet événement, à son tour, pourra induire des effets sur les facteurs humains du système. Prenons un exemple: la motivation de l'équipe a un effet sur la cohésion du groupe. Si maintenant la motivation de l'équipe reste durant un laps de temps donné inférieure à une valeur seuil, un événement sera généré: le supérieur du chef de projet lui enverra un courrier électronique disant: "Dis-donc, j'entends à longueur de journée tes gens se plaindre, ils n'ont pas le moral - mais enfin, tu t'occupes de tes gens ou tu te moques d'eux? Essaie de reprendre le contrôle des choses, parce qu'avec une équipe démotivée, tu n'iras pas loin". En même temps que le mémo, cet événement aura un effet pertinent sur la cohésion de l'équipe.

Nous aurons également des interactions circulaires entre l'avancement du projet et les facteurs humains. En effet, si le projet se déroule bien, si les délais sont tenus, si les jalons sont atteints, il en résulte un effet en retour qui motive et consolide l'équipe. Pour Harison, le succès du projet renforce la confiance des gens en eux-mêmes, le respect mutuel et la collaboration [Harison 1987]. Ici, nous rendrons l'effet circulaire visible simplement par un courrier adressé par l'équipe au chef de projet: "Ah si tu savais ce que cela fait plaisir de travailler dans un projet où les délais sont tenus! On te félicite, on t'invite à boire un verre ce soir pour fêter ça".

Cette médiatisation au travers de mémos ou d'événements auxiliaires permettra aux utilisateurs de mieux comprendre les interactions circulaires des facteurs humains - et ceci sans courir le risque de voir le système dériver de manière incontrôlée.

6.4. La construction du modèle détaillé

La construction du modèle exige une série de décisions de principe quant au type et à la structure du modèle, à la définition des limites du système, à la définition des variables qui seront modélisées, ainsi qu'à la définition des événements internes et externes qui seront acceptés par le système. Les réflexions générales sur le "modèle pédagogique" nous ont déjà livré un certain nombre de considérations sur la structure du modèle, il faut maintenant les affiner.

Nous allons dans les pages qui suivent examiner les différents points ci-dessus.

6.4.1. Simulation pseudo-continue ou événementielle

Dans la réalité, les variables évoluent - comme le temps - de manière continue: un facteur comme la cohésion d'une équipe change peu à peu au cours du temps, mais change constamment. Dans une simulation, par contre, toutes les variables ont des valeurs discrètes, le temps également (à moins que nous n'utilisions des ordinateurs hy-

brides pour représenter les variables). Le temps dans la simulation peut changer par intervalles très petits, ce qui donne l'impression d'un processus continu, que l'on appelle simulation pseudo-continue.

La simulation événementielle, par contre, décrit l'évolution d'objets discrets, qui peuvent passer par des files d'attente, des processus consommateurs de temps, des accumulateurs, etc. Dans ce type de simulation, l'intérêt se porte plutôt sur le comportement global d'un système face à une quantité d'objets qui entrent selon une distribution spécifique dans le système. Dans ces systèmes, le temps avance uniquement lorsqu'un événement survient.

Pour l'objet de notre étude, nous allons nous baser sur une simulation pseudo-continue, qui modélisera principalement l'évolution des facteurs humains et l'avancement des tâches du projet. A cette simulation pseudo-continue, nous ajouterons des événements discrets, internes ou externes, qui influenceront les variables continues.

Dans une simulation pseudo-continue, l'une des questions-clefs est le choix de l'intervalle de temps. A chaque intervalle, les valeurs des variables seront recalculées. Plus l'intervalle est court, plus on aura l'impression que le temps se déroule de manière continue - mais plus le temps de calcul deviendra important. Pour notre modèle, nous avons opté pour un système double: un intervalle de temps minimal pour la génération des événements, et un intervalle plus long pour la réactualisation des variables internes - ceci avant tout pour des questions d'efficacité de l'ordinateur.

6.4.2. Définition du temps

Précisons tout d'abord quelques concepts en ce qui concerne le temps dans un système de simulation. Il faut distinguer trois concepts de temps:

- ♦ Le **temps de projet** est le temps qui se déroule dans la réalité que nous aimerions modéliser: c'est donc la durée réelle d'un projet, qui peut s'étendre de quelques mois à quelques années.
- ♦ Le **temps de modèle** est le temps tel qu'il est représenté dans la simulation, tel qu'il est vu par les utilisateurs. La durée du projet, dans le simulateur, est de 12 semaines.
- ♦ Le **temps de jeu** est le temps "normal", tel que nous le vivons: une simulation dure quelques heures de temps réel.

Le mode de déroulement du temps

Le temps de modèle peut se dérouler de plusieurs manières durant la simulation: soit en continu, soit avec des arrêts, ou des accélérations, ou enfin avec des sauts dans le temps. Dans le simulateur Jac, par exemple, le temps avance par sauts: ce sont les actions de l'utilisateur qui font avancer le temps [Crampes 1987]. D'autres simulateurs fonctionnent en mode "batch": à intervalles réguliers, les utilisateurs doivent communiquer un ensemble de décisions, et le temps de modèle avance alors de plusieurs semaines ou mois (cette méthode est encore largement utilisée pour les jeux d'entreprises). Enfin, certains simulateurs permettent aux utilisateurs de ralentir ou

d'accélérer le temps de modèle, ou même de faire revenir le temps en arrière pour re-jouer autrement [Schneider 1995].

Pour le choix du mode de déroulement, un critère nous a semblé essentiel: le stress. Il est avéré que le comportement des individus diffère beaucoup selon l'intensité du stress auquel ils sont soumis. Ce fait est mis en évidence notamment par le test psychométrique LIFO, qui mesure certains paramètres en situation normale et en situation de stress. Les résultats indiquent des changements notables du comportement en fonction du stress.

En particulier, la poursuite de plusieurs objectifs est nettement plus problématique dans une situation de stress: les gens ont tendance à privilégier un seul objectif. Pour des raisons pédagogiques, nous voulons mettre les gens en situation de stress, afin qu'ils réalisent quel est leur comportement effectif dans une telle situation.

Les conditions d'utilisation du simulateur sont également déterminantes pour le choix du mode de déroulement. Comme la simulation se fait avec plusieurs équipes en parallèle, l'émulation et la compétition entre les groupes plaident en faveur d'un temps de jeu qui soit le même pour les différentes équipes.

Nous avons donc opté pour un déroulement monotone continu du temps. Durant la simulation, l'horloge et le calendrier avancent de manière constante, à l'exception des sauts pour la nuit, où le temps passe instantanément de 18.00 à 08.00, et les week-ends.

L'échelle du temps

Quels sont les critères pour définir le temps de modèle et le temps de jeu ? Pour le temps de jeu, des considérations très pratiques ont montré qu'un temps de jeu de 60-90 minutes représentait un stress considérable, et qu'aller au-delà était très difficile. Par contre, nous avons fait de très bonnes expériences en faisant plusieurs périodes de simulation, séparées par des phases comprenant d'autres activités.

En prenant trois périodes de simulation, nous avons donc quelque 200-250 minutes de temps de jeu. Ce temps détermine maintenant le temps modèle: en effet, si le temps modèle est trop long (par exemple deux années), le temps modèle défilerait beaucoup trop vite dans le simulateur, rendant la simulation assez irréaliste, diminuant par là la crédibilité du système. Nous avons donc opté pour un temps modèle aussi court que possible (un temps trop court aurait rendu le projet simulé peu crédible): nous avons opté pour 12 semaines.

Dans ces conditions, une journée de temps modèle (de 8 h du matin à 18 h le soir) se déroule en trois minutes environ. Avec ces valeurs, nous n'avons pas eu de problèmes de crédibilité de la simulation.

6.4.3. Les événements

Dans le modèle, nous distinguons trois catégories d'événements:

- ◆ les événements déclenchés par l'utilisateur,
- ◆ les événements générés par le scénario,
- ◆ les événements générés par le modèle lui-même.

Les deux premières catégories d'événements seront décrites plus tard (voir pages 169 et 171), car ces événements sont en quelque sorte exogènes au modèle, dans la mesure où, comme nous le verrons, le scénario est bien distinct du modèle.

Le générateur d'événements représente un sous-système qui analyse constamment l'état et l'évolution des variables, et qui détecte ce que l'on appelle en simulation le "crossing", c'est-à-dire le fait qu'une variable passe par un seuil. Dans la mesure où notre simulation n'est pas continue, mais pseudo-continue, et où les valeurs sont discrètes, la variable ne sera jamais exactement égale à la valeur du seuil. Le crossing sera donc détecté si l'expression (variable - seuil) change de signe.

L'éventail des conditions pour générer un événement est assez large:

- ◆ si une variable passe un certain seuil (concept de crossing),
- ◆ si une variable dépasse un certain seuil durant un certain laps de temps,
- ◆ si une combinaison linéaire de plusieurs variables dépasse un certain seuil.

Le seuil lui-même peut être une constante, ou au contraire être une combinaison linéaire de plusieurs variables.

Le générateur d'événements devra contenir également des informations sur la répétition des événements: certains événements pourront être générés chaque fois que les conditions sont réunies, d'autres ne le seront qu'une fois, d'autres induiront, après leur génération, un temps de latence donné (temps pendant lequel l'événement ne pourra être généré à nouveau).

Au plan de la visibilité: les événements générés seront toujours visibles à l'extérieur.

6.4.4. Les acteurs du modèle

Dans le modèle, les acteurs n'ont qu'une place générique, représentée notamment par le type des attributs affectés à chaque acteur, ainsi que par le type des attributs affectés aux relations entre les différents acteurs. Le modèle abstrait laisse au scénario (instanciation concrète d'un projet) le soin de fixer les valeurs des attributs. La figure suivante montre les acteurs de notre modèle:

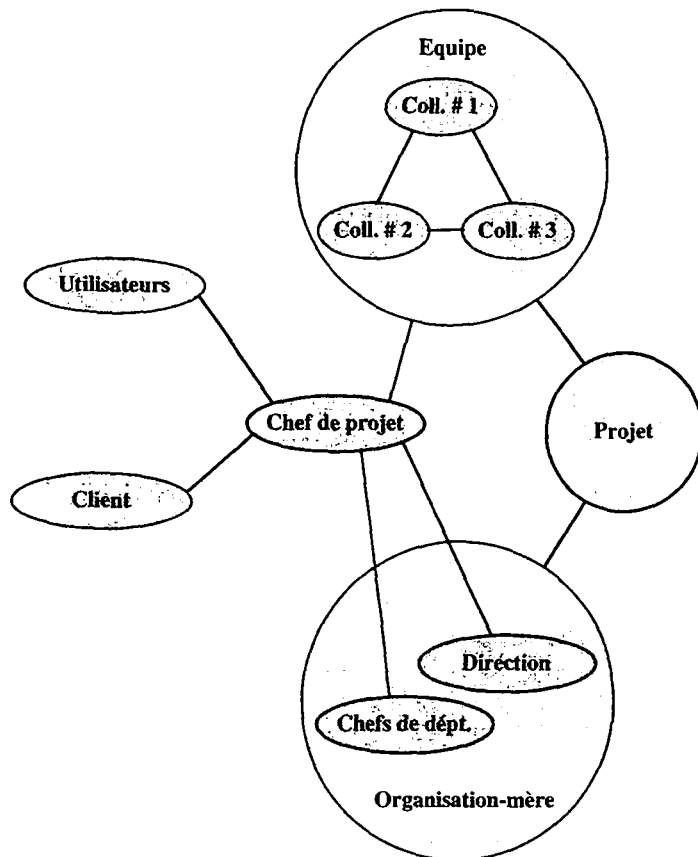


Figure 71: Les acteurs du modèle

Cette figure appelle plusieurs remarques. Certains acteurs sont des personnes uniques (le client, le chef de projet, le collaborateur # 3), d'autres sont des personnes collectives (les utilisateurs, les chefs de département, la direction). Les personnes collectives sont représentées par une seule entité.

Trois acteurs sont un peu particuliers. L'équipe d'abord, qui est le regroupement des collaborateurs du projet, mais qui représente une entité propre, avec des attributs qui lui sont propres (cohésion, communication, etc.). L'organisation-mère, ensuite, qui regroupe les chefs de département, la direction, mais qui englobe également l'équipe de projet et le chef de projet. Pourtant, en tant qu'acteur, l'organisation-mère est parfaitement distincte de l'équipe et du chef de projet, et elle entretient avec ce dernier des rapports précis (par exemple soutien de l'organisation-mère). Le troisième acteur est

un peu particulier, c'est le projet lui-même. Il est acteur dans la mesure où ses attributs (retard, succès, etc.) ont des effets pertinents sur les autres acteurs et sur leurs relations. Nous allons dans les pages qui suivent décrire les attributs des différents acteurs et de leurs relations.

6.4.5. Modélisation des collaborateurs du projet

Les collaborateurs sont individualisés: ils sont représentés par des attributs qui permettent de modéliser certaines différences interindividuelles. Pour ne pas trop augmenter la complexité du modèle, nous avons cherché à limiter le nombre de ces différences interindividuelles. Les collaborateurs sont modélisés par trois types d'attributs: les constantes, les variables et les attributs collectifs. Nous appelons constantes les attributs que l'on peut à juste titre considérer comme quasi-stationnaires pendant la durée du projet. Quelques exemples de constantes:

- ◆ le taux d'erreur intrinsèque au cours du travail
- ◆ l'attitude face à la difficulté
- ◆ le taux horaire.

D'autre part, les collaborateurs sont également modélisés par des variables, dont la valeur peut changer au cours du projet. Quelques exemples de variables:

- ◆ les qualifications techniques
- ◆ l'état de santé
- ◆ la motivation.

Les collaborateurs ont aussi des attributs collectifs: ce sont des attributs dont on peut raisonnablement admettre qu'ils sont de valeur égale pour tous les collaborateurs du projet. Quelques exemples d'attributs collectifs:

- ◆ avoir conscience des enjeux du projet
- ◆ avoir une compréhension globale du projet
- ◆ être responsabilisé.

On pourrait objecter, avec raison, que ces attributs peuvent différer d'une personne à l'autre. Si nous les considérons quand même comme des attributs collectifs, c'est parce que ces attributs sont influencés par des actions du chef de projet qui ne s'adressent pas à l'une ou l'autre personne spécifiquement, mais à l'équipe en général. Si l'on voulait individualiser ces attributs, il faudrait alors introduire des filtres perceptifs individuels, qui permettraient de calculer comment une action ou une situation est perçue par chacun des individus. Unseld a réalisé une simulation du travail en équipe dans la production, en utilisant le concept de filtres perceptifs individualisés ("Prototypisches Organisationsbild"), qui tiennent compte des buts visés, des motifs en arrière-plan, de la situation, des expériences faites et de données personnelles (comme l'attitude face au travail), et qui permettent de déterminer quelle sera la réaction d'une personne face à une situation donnée [Unseld 1988]. Le simulateur de formation GUSS (Guided Social Simulation) a doté ses personnages d'un "état mental" dépendant du département, de la position dans l'entreprise, du sexe, du type de personnalité: les réactions des personnages aux événements se font en fonction des paramètres décrivant l'état mental [Williamson 1994].

Si nous avons renoncé à individualiser davantage ces attributs, c'est parce que l'utilité de cette démarche nous a semblé trop faible. En effet, il semble que dans un projet, les facteurs humains collectifs soient nettement plus déterminants, pour le succès ou l'échec du projet, que les spécificités de chaque individu. Ce fait a été mis en évidence par les résultats du questionnaire N°1: dans les réponses, il est très souvent question de l'équipe, de ses caractéristiques, de sa motivation, de sa rapidité au travail, mais fort rarement des spécificités d'un collaborateur particulier. Sur l'ensemble des éléments de succès ou des problèmes cités (253 éléments + 225 problèmes, soit 478), nous n'en avons relevé que 16 qui avaient pour objet une personne particulière de l'équipe. Sur ces 16, trois concernaient la disponibilité, trois les compétences techniques, trois la motivation, deux des conflits entre deux personnes, deux la communication entre le chef de projet et un membre de l'équipe.

La faible "moisson" de données relatives à des individus nous a empêché d'envisager une individualisation plus importante des membres de l'équipe.

6.4.6. Modélisation de l'équipe

L'équipe est modélisée par les différents paramètres qui sont apparus lors de l'analyse du premier questionnaire. Elle possède des attributs de trois types: les attributs sur le comportement des membres de l'équipe, les attributs sur la communication interne et enfin les attributs sur les relations entre l'équipe et le chef de projet.

La plupart des attributs du comportement des membres de l'équipe décrivent les comportements qui découlent de normes de groupe, et sont par là même indubitablement reliés à l'équipe, et non aux individus. Il s'agit en l'occurrence des éléments suivants:

- ◆ le droit à l'erreur
- ◆ l'aide mutuelle et l'intérêt à autrui
- ◆ la confiance, la solidarité, la cohésion
- ◆ le sentiment d'être une équipe gagnante.

Nous avons également intégré dans la modélisation de l'équipe deux attributs qui relèvent à la fois de l'équipe et des individus. Il s'agit de la probabilité d'apparition de conflits au sein de l'équipe, d'une part, et de la stabilité (non-fluctuation) des membres de l'équipe, d'autre part. S'il est évident que des normes de groupe vont influencer ces attributs, il n'en reste pas moins que l'instanciation se fera au travers de comportements spécifiques d'individus. Nous retrouvons ici le point discuté plus haut sur la nécessité d'une individualisation plus poussée de la modélisation des personnes. Au niveau du simulateur, des choix prédéterminés dans le scénario font apparaître des conflits entre telle ou telle personne à un moment donné.

La relation entre l'équipe et le chef de projet est modélisée par deux attributs: la communication entre le chef de projet et l'équipe, d'une part, et la confiance de l'équipe dans le chef de projet, d'autre part. Ici également, nous avons ignoré les cas particuliers où la relation entre le chef de projet et un individu diffère nettement de la relation avec l'équipe. Dans les réponses du questionnaire N°1, nous n'avons que trois cas (sur 478) décrivant une telle situation.

6.4.7. Modélisation de l'organisation

Des trois acteurs (organisation-mère, direction, responsables de ligne), nous ne modéliserons que les comportements affectant le projet. Il s'agit d'abord des facteurs suivants:

- ◆ soutien de l'organisation-mère
- ◆ disponibilité des gens
- ◆ relations entre la ligne et le projet
- ◆ communication avec le management
- ◆ neutralisation des ennemis du projet.

Le facteur "Soutien de l'organisation-mère" décrit le good-will que rencontre le projet dans l'entreprise; il est corrélé avec les relations ligne-projet, avec la neutralisation des ennemis, mais englobe également le soutien de la direction. Pour Balachandra, le soutien de l'organisation-mère est le facteur de succès le plus important des projets de R&D [Balachandra 1984].

La "Disponibilité des gens" se réfère à un type d'organisation matricielle, dans laquelle les collaborateurs de l'équipe de projet ne travaillent pas à 100% sur le projet, mais continuent leur travail dans leur département (ou travaillent également sur un autre projet). Il s'ensuit que le chef de projet doit régulièrement négocier la disponibilité des collaborateurs avec leur supérieur de ligne.

Les "Relations entre la ligne et le projet" décrivent plus explicitement les relations entre les supérieurs des membres de l'équipe et le projet. Ces relations influencent la disponibilité, et déterminent le soutien que les collaborateurs trouveront dans leur département pour résoudre les problèmes techniques rencontrés dans le projet. Ces relations sont largement influencées par l'attitude du chef de projet, par sa manière de négocier les inévitables conflits entre ligne et projet.

La "Communication avec le management" décrit la fréquence des réunions du chef de projet avec le management, la qualité de la communication, et englobe également la communication écrite (informations sur le projet).

Enfin la "Neutralisation des ennemis du projet" indique dans quelle mesure les actions concertées du chef de projet et de la direction ont permis de convaincre les opposants au projet (ceux qui se trouvent au sein de l'entreprise). Les ennemis du projet situés en dehors de l'organisation-mère sont ignorés dans notre modèle.

6.4.8. Modélisation du client

Le client sera modélisé par deux variables seulement:

- ◆ la satisfaction du client
- ◆ la communication entre le chef de projet et le client.

Les utilisateurs finaux ne seront pas modélisés, ce seront des acteurs passifs. Le chef de projet pourra les faire participer aux séances, ce qui améliorera la qualité du projet et la conscience de l'enjeu qu'ont les membres de l'équipe; mais les utilisateurs finaux n'auront pas d'activité propre.

6.4.9. Modélisation du projet

Le projet lui-même sera modélisé à deux niveaux: au niveau global (l'ensemble du projet), et au niveau de chaque activité du projet. Au niveau global, les variables principales seront:

- ◆ la tenue des délais
- ◆ la tenue des coûts
- ◆ la qualité.

Ces variables seront utilisées pour déclencher des événements, en fonction de leur évolution. Les activités du projet auront, à leur niveau, les mêmes variables que le projet. Ces variables seront également utilisées pour la génération des événements liés à chaque activité.

La qualité a été représentée par deux variables: le nombre de "petites" erreurs et le nombre de "grosses" erreurs. Les petites erreurs sont celles qui seront détectées au cours de l'exécution de la tâche, et qui seront corrigées rapidement. Les grosses erreurs sont celles qui ne seront détectées qu'une fois la tâche terminée, par exemple au cours des tests. Ces erreurs exigeront un temps important pour être corrigées.

6.4.10. Effet des facteurs humains sur le projet

Afin que le modèle fasse sens, il faut que le travail des collaborateurs dépende, en quantité et en qualité, de l'ensemble des facteurs du modèle ainsi que des décisions prises par l'utilisateur. Nous avons modélisé les effets suivants:

- ◆ l'effet de certains facteurs humains sur la productivité
- ◆ l'effet de certains facteurs humains sur la qualité du travail effectué
- ◆ l'effet de la taille du groupe sur la productivité
- ◆ l'effet de la courbe d'apprentissage sur la productivité
- ◆ l'effet de l'adéquation des qualifications
- ◆ l'effet des heures supplémentaires.

Pour calculer l'effet des facteurs humains sur le projet, nous avons suivi la démarche indiquée plus haut (voir page 119).

Pour la qualité du travail, nous avons accordé une pondération plus importante aux facteurs humains décrivant l'équipe, la cohésion: en effet, si la motivation est déterminante pour la quantité de travail produit, la qualité, elle, dépend davantage des conditions de l'équipe, du travail en groupe, du droit à l'erreur.

L'effet de la taille du groupe sur la productivité a été modélisé comme suit: nous sommes partis de l'hypothèse que la durée des activités avait été estimée correctement compte tenu du nombre de ressources prévues pour chaque activité. Ensuite, nous avons comparé le nombre de ressources prévues avec le nombre de ressources travaillant effectivement sur la tâche, et défini une courbe d'efficacité. Cette courbe d'efficacité atteint une limite inférieure à 0.5 quand les effectifs sont le double des effectifs prévus. Finalement, les effets de cette courbe sont divisés par les caractéristiques de la tâche elle-même: certaines tâches sont plus sensibles que d'autres au nombre de ressources. Les caractéristiques de chaque tâche font partie des données du scénario.

L'effet de la courbe d'apprentissage a été modélisé comme l'indique la figure ci-dessous:

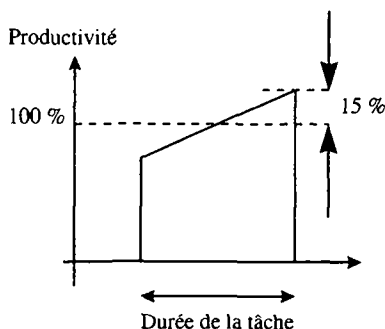


Figure 72: Effet de la courbe d'apprentissage

La productivité moyenne, si une personne travaille du début à la fin d'une activité, sera de 100%. Au début, elle vaudra 85%, à la fin, 115%. Si maintenant une personne commence à travailler sur une tâche après son début, la productivité de cette personne sera de 85% au début, et augmentera selon la même courbe: elle n'atteindra donc jamais la productivité maximale.

La modélisation de l'adéquation des qualifications se fait selon une courbe asymétrique: l'effet d'une surqualification est moins important que l'effet d'une sous-qualification, comme le montre la figure suivante:

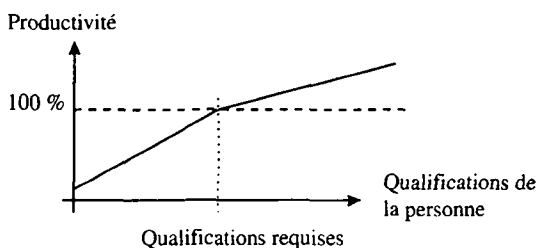


Figure 73: Effet des qualifications sur la productivité

L'adéquation des qualifications aura des effets tant sur la productivité que sur la qualité du travail effectué (nombre d'erreurs produites par unité de temps).

6.4.11. Validation du modèle

La construction d'un modèle est normalement suivie d'une phase de validation du modèle. Pour Sargent, la validation comprend trois phases [Sargent 1984]:

- ◆ la validation du modèle conceptuel,
- ◆ la validation du modèle informatique,
- ◆ la validation opérationnelle.

La validation du modèle conceptuel consiste à s'assurer que les théories sur lesquelles est basée le modèle sont fondées, à vérifier que la structure du modèle, sa logique, ses relations causales et mathématiques sont correctes, et que la représentation du domaine est "raisonnable" pour le but recherché.

La validation du modèle informatique consiste à vérifier que le modèle conceptuel est correctement implanté - d'autres auteurs appellent cela la "White Box Validation" [Pidd 1992]. Une des possibilités que nous avons largement utilisée ici consiste à faire des analyses de sensibilité: modifier un seul paramètre et analyser les changements dans le résultat [Mandl 1977].

Enfin la validation opérationnelle ("Black Box Validation") consiste à vérifier que les résultats du modèle sont assez exacts pour le but recherché. Dans notre cas, la précision requise est assez faible: lors de l'utilisation du simulateur, les utilisateurs voulaient savoir si un facteur humain restait stable, augmentait ou diminuait; en ce qui concerne l'ampleur de la variation, ils voulaient savoir s'il variait un peu, moyennement, ou beaucoup. Par contre, ils faisaient souvent des comparaisons entre les effets respectifs de deux mesures différentes.

Comme nous l'avons déjà vu plus haut en ce qui concerne la quantification de l'effet des facteurs humains sur le succès des projets, il est pratiquement impossible de procéder à une vérification expérimentale de notre modèle - c'est pourquoi la validation la plus significative consiste à utiliser notre modèle et à voir s'il correspond à nos attentes:

"La validité d'un modèle doit être mesurée à l'aune de son adéquation pour un but particulier. Un modèle est sain et défendable s'il réalise ce que l'on attend de lui." (Forrester, Industrial Dynamics [Forrester 1961]).

Ce modèle a été intégré dans un simulateur de formation, et utilisé à de nombreuses reprises lors de séminaires de formation. Au moyen de questionnaires, nous avons cherché à voir si vraiment le modèle répondait à nos attentes. Les résultats de ces questionnaires sont décrits plus loin, en page 182.

Ils montrent que le modèle ci-dessus a été largement validé.



7. La construction du simulateur

7.1. Principes pour la construction du simulateur

Nous avons cherché à minimaliser la complexité, en excluant de la simulation tous les éléments qui n'étaient indispensables ni pour la modélisation des facteurs humains, ni pour garantir l'effet d'immersion dans un projet, ni pour que le projet soit crédible. L'expérience a montré que la complexité choisie était amplement suffisante; ajouter davantage d'éléments eût augmenté inutilement le temps d'apprentissage et le temps de simulation.

7.1.1. Intégrer les aspects techniques et les facteurs humains

Dans un simulateur de gestion de projet, on peut différencier deux aspects. Tout d'abord l'aspect "technique", qui concerne les tâches pratiques du déroulement du projet, telles que l'élaboration des plans et des budgets, les affectations des collaborateurs aux différentes tâches, le recrutement des collaborateurs, le suivi du projet, etc. Ensuite bien sûr l'aspect "humain", avec les actions prises pour assurer la cohésion et la motivation de l'équipe, etc.

Même si notre préoccupation première va vers le second aspect du problème, il nous a semblé crucial de prévoir dans le simulateur des tâches relevant de l'aspect "technique", afin de garantir un effet d'immersion totale de l'utilisateur dans un projet aux caractéristiques les plus réalistes possible.

Nous avons donc inclus dans le simulateur les tâches “techniques” suivantes:

- ◆ planification des besoins en ressources
- ◆ planification des qualifications requises
- ◆ choix et engagement des collaborateurs
- ◆ envoi des collaborateurs à des cours de perfectionnement
- ◆ affectation des tâches aux ressources
- ◆ définition des méthodes d’assurance qualité
- ◆ définition de la fréquence des revues de tâches
- ◆ définition de la fréquence des revues de projet
- ◆ introduction d’heures supplémentaires.

Il est évident que la plupart de ces tâches apparemment “techniques” ont des implications pertinentes au niveau des facteurs humains. Citons entre autres:

- ◆ mettre quelqu’un sur une tâche trop difficile peut être démotivant;
- ◆ certaines personnes sont motivées par le travail en groupe, d’autres préfèrent travailler seules;
- ◆ certaines personnes sont démotivées par les heures supplémentaires;
- ◆ la formation a en général un effet motivant.

Cette intégration des facteurs humains et des aspects techniques dans un simulateur représente une des novations essentielles de notre travail: les simulateurs existants ne traitent que des aspects techniques (planification et pilotage) ou que des aspects humains (conduite d’équipe).

7.1.2. Présenter une interface intuitive

Nous voulions que l’interface du simulateur soit aussi simple et intuitive que possible: les utilisateurs devraient pouvoir apprendre en quelques minutes à se servir du simulateur. Ceci impliquait de renoncer à une interface basée sur des commandes que les utilisateurs auraient dû apprendre. Nous avons donc opté pour une interface sans clavier: toutes les interactions sont faites uniquement avec la souris. Toutes les actions de l’utilisateur apparaissent sous forme de menus déroulants. Cette manière de faire conduit à un changement de métaphore: ce n’est plus un programme informatique, c’est un jeu vidéo. Les expériences faites ont montré que ce choix était judicieux: très peu d’utilisateurs ont eu des problèmes au niveau opérationnel (voir à ce sujet en page 182).

Au niveau de la navigation dans le simulateur, nous avons cherché à la rendre aussi naturelle que possible, afin que toutes les informations soient en tout temps et en toute situation accessibles en une opération - ceci pour éviter de mettre un obstacle supplémentaire dans la construction du modèle mental que les utilisateurs se font du simulateur.

7.1.3. Montrer les facteurs humains pertinents

Pour définir quels facteurs humains afficher dans le simulateur, nous avons dû encore une fois procéder à un regroupement. En effet, 22 facteurs humains sont modélisés, et il nous a semblé qu'il ne servait à rien de rendre toute cette information accessible à l'utilisateur.

Le fait que les corrélations entre certains facteurs soient très élevées est une autre raison qui nous incite à effectuer un regroupement. Nous avons cherché, par ce regroupement, à mettre en évidence deux facteurs individuels, deux facteurs de l'équipe et deux facteurs concernant les relations entre les acteurs du projet, soit:

- ◆ motivation
- ◆ responsabilisation
- ◆ communication au sein de l'équipe
- ◆ esprit d'équipe
- ◆ relation entre le chef de projet et l'équipe
- ◆ relation avec l'organisation-mère.

En reprenant à nouveau les réponses données au questionnaire N°1, nous avons cherché à donner aux catégories des noms qui soient cités fréquemment par les chefs de projet, car ces catégories doivent devenir opérationnelles dans le modèle mental de l'utilisateur.

7.1.4. Afficher constamment le résultat

Nous avons introduit dans le simulateur une chose qui est inexistante dans la réalité: la possibilité de consulter constamment l'évolution des coûts, des délais, de la qualité et des facteurs humains. Cette distorsion volontaire répond à un double impératif pédagogique: d'une part, les utilisateurs doivent à tout moment voir l'effet de leurs actions. L'effet d'apprentissage serait nettement plus faible si le feed-back n'était donné que longtemps plus tard.

D'autre part, nous voulions que les utilisateurs se sentent pris au jeu: l'affichage constant des résultats est une des manières les plus simples pour garantir cet effet. Il garantit également une excellente motivation. De plus, l'affichage des résultats conduit à une concurrence marquée entre les différents groupes - cette concurrence augmente encore l'intérêt pour le jeu.

7.1.5. Offrir un grand choix d'actions possibles

Pour que les utilisateurs aient l'impression d'être les maîtres du déroulement du projet, il faut qu'ils puissent entreprendre de nombreuses actions, et il faut qu'ils puissent agir en tout temps. Nous avons donc veillé à ce que les utilisateurs aient de nombreuses occasions d'intervenir, d'infléchir le cours des événements.

7.1.6. Offrir beaucoup d'informations

L'une des difficultés majeures de la gestion de projet réside dans le traitement des informations. Tous les outils informatiques de gestion de projet répondent en fait à cette demande première: comment puis-je avoir une vision synthétique dans le flot de don-

nées fourni par les acteurs du projet. Nous n'avons pas cherché à trop simplifier la tâche des utilisateurs du simulateur: nous leur avons offert une grande quantité d'informations, de statistiques, de graphiques, afin qu'ils apprennent à gérer correctement la masse d'informations. En particulier, les utilisateurs pourront consulter les rapports suivants:

- ◆ statut du projet (coûts, heures travaillées, heures inoccupées, etc.)
- ◆ rapport de la qualité, du nombre d'erreurs faites et corrigées
- ◆ graphique de l'évolution des coûts
- ◆ graphique de l'évolution des délais
- ◆ graphique de l'évolution des facteurs humains (motivation, esprit d'équipe, communication, etc.)
- ◆ allocation des ressources aux différentes tâches
- ◆ productivité enregistrée sur les différentes tâches
- ◆ diagramme de Gantt, avec indication de l'avancement.

Dans la pratique, nous verrons que les utilisateurs mettent en place des systèmes de gestion des informations assez différents, faisant souvent appel au papier, parfois au flip-chart, pour synthétiser à leur manière les informations qu'ils jugent nécessaires pour la conduite du projet.

7.2. Séparation entre moteur et scénarios

Pour la construction d'un simulateur, deux options étaient envisageables: créer un scénario général, unique, qui soit incorporé, intégré dans le simulateur; ou bien, au contraire, séparer conceptuellement et pratiquement le moteur d'une part, le scénario d'autre part. Si la seconde solution est plus complexe à réaliser, elle offre de grands avantages en termes de souplesse d'utilisation et de capacité d'adaptation à des situations particulières.

Durant l'utilisation de la première maquette du simulateur au cours de l'année 1995, nous n'avions qu'un seul scénario à disposition: celui d'un projet informatique. Quelques participants ont regretté que le scénario soit un peu trop éloigné des projets typiques qu'ils rencontraient dans leur entreprise.

Si nous avons opté pour la solution la plus compliquée (séparation du scénario et du moteur), c'est pour les raisons suivantes: plus grande clarté conceptuelle, plus grande souplesse, facilité d'une utilisation en plusieurs langues, extensions facilitées.

D'emblée, le simulateur a été conçu pour fonctionner en plusieurs langues. Chaque scénario est créé dans une langue (pour l'instant, seuls existent des scénarios en français et en allemand), alors que le moteur contient certains textes, indépendants des scénarios, qui existent également en deux langues. Tous ces textes sont stockés dans des fichiers extérieurs, ce qui rend le passage d'une langue à l'autre particulièrement aisé.

7.2.1. Les composants d'un scénario

Un scénario contient toutes les informations concernant un projet spécifique et son environnement. Il comprend quatre parties: les informations générales, les tâches du

projet, les ressources à disposition et les décisions à prendre. Chacune de ces quatre composantes comprend également un certain nombre d'événements qui lui sont associés. Nous allons examiner chacune de ces composantes en détail.

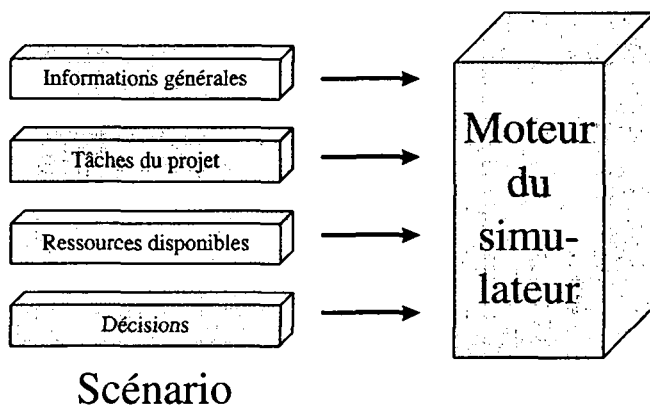


Figure 74: Les composants du scénario

Les informations générales

Ces informations comprennent notamment le type de qualifications qui seront requises pour effectuer les tâches du projet, la durée maximale du projet, les noms des divers responsables de l'entreprise, la langue du scénario, etc.

Les tâches du projet

Le projet doit être décomposé en un certain nombre de tâches simples (par la technique d'organigramme de projet). Chaque tâche comprend quantité de paramètres: les prédécesseurs, la durée, l'effort, le nombre de collaborateurs prévus, les qualifications requises pour effectuer la tâche, etc. Un paramètre décrit l'effet de la taille du groupe sur l'avancement de la tâche: selon le type de travail, une augmentation du nombre de collaborateurs peut favoriser ou au contraire freiner l'avancement du travail. Un autre paramètre décrit la forme de la courbe d'apprentissage: il permet de modéliser l'effet que produit l'arrivée tardive d'un collaborateur sur une tâche. Chaque tâche peut générer également des événements, en fonction de l'avancement de la tâche: par exemple des risques qui se concrétisent. Certains paramètres seront visibles pour les utilisateurs, d'autres ne le seront pas (voir à ce sujet les considérations en page 153).

Les ressources à disposition

Pour réaliser le projet, un certain nombre de personnes sont à disposition. Chaque personne est décrite par un certain nombre de textes et de paramètres. Les textes concernent une description de la personne, une description de ses préférences (de ses penchants), une description de sa formation. Les paramètres concernent ses qualifications,

son taux horaire, la date de ses vacances, le fait qu'elle travaille ou non à temps partiel, sa motivation initiale, son comportement face à la difficulté (voir une tâche difficile comme un défi ou comme une chose démotivante), son comportement face aux heures supplémentaires, etc. Chaque personne est représentée par une photographie, et l'expérience a montré qu'il était important d'ajouter nombre de détails, d'anecdotes sur la personne pour la rendre plus crédible, plus vraisemblable. À chaque personne sont également liés des événements qui peuvent être générés si la personne travaille sur le projet: maladie, accident, transfert sur un autre projet, etc.

Les décisions à prendre

Au cours de la simulation, les utilisateurs seront confrontés à un certain nombre de décisions qu'ils devront prendre. Ces décisions concerneront d'une part des aspects techniques du projet, d'autre part des aspects organisationnels ou relevant des facteurs humains. Les décisions comprendront une description d'une situation, ainsi que plusieurs options offertes au choix. Chacune de ces options pourra avoir un certain nombre d'effets pertinents sur le projet: influencer les facteurs humains, influencer les coûts, etc. Les effets sur les facteurs humains seront décrits par de nombreux paramètres: type de facteur affecté, délai entre la décision et l'effet, durée de l'effet, amplitude de l'effet, coefficient de forme de l'effet, personnes affectées, etc. À chaque décision seront liés des événements: envoi de mémos (messagerie électronique), ou encore déclenchement d'autres décisions. Une seule décision peut contenir au total plus de 100 paramètres textuels et numériques.

Les contraintes de cohérence d'un scénario

La construction d'un scénario implique le respect d'un nombre important de contraintes de cohérence. Par exemple, les qualifications requises par les tâches doivent correspondre aux qualifications des ressources disponibles; l'ordre de précedence des tâches doit décrire un graphe d'un seul tenant, sans relations circulaires; tous les paramètres ont un domaine de valeurs permises, etc. Des contraintes sémantiques existent entre les descriptions textuelles et les paramètres correspondants. Nous avons dû développer un certain nombre d'outils pour assurer automatiquement la cohérence (dans le meilleur des cas), pour la vérifier, ou encore pour présenter au concepteur de scénario les instruments de visualisation lui permettant de s'assurer lui-même de la cohérence de certains aspects.

7.2.2. Le générateur de scénario

La génération d'un scénario comprenant des milliers de paramètres et des centaines de textes ne pouvait raisonnablement pas se faire à la main. Nous avons donc conçu un générateur de scénarios: un instrument qui offre une interface utilisateur relativement simple pour entrer toutes les données requises, pour effectuer certains tests de cohérence, et qui permette de créer une sorte de bibliothèque de scénarios. Pour des raisons de temps, nous n'avons pas pu réaliser nous-mêmes ce logiciel: il a été sous-traité à une petite entreprise de génie logiciel de Suisse romande sur la base de notre cahier des charges détaillé, comprenant la description de tous les écrans, de tous les types de données et des tests de cohérences.

Ce logiciel a été réalisé avec FileMakerPro, ce qui offrait certains avantages de simplicité - et les inconvénients d'une limitation dans les tests de cohérence.

Ci-dessous, nous voyons un des écrans représentant les paramètres liés à une personne:

The screenshot shows the 'Personne' (Person) screen in the GSP 1.15 - MIT software. The interface is divided into several sections for data entry and viewing.

Personne

Activités

- Activité: yes
- ID res.: 5
- Nom: Felix
- Yves: 85
- Temps partiel: 100
- Début: 2
- Vacances: 21,22
- Noyau: NO
- Ratio SFG: 0.247

Qualités

- Analyse: 1
- Base de données: 1
- Programmation: 4
- Système: 3
- Hardware: 3
- prog. CRC: 5
- Utilisage: 6
- SPS: 3

Coefficients

- Faute: 0.70
- Treuil: 1.25
- Heures sup.: 0.57
- Equipe: 1.33
- Difficulté: 0.25
- Motivation: 0.95

Mémoire 1

- Semaine: 3
- Probabilité: 0.90
- Durée: 2
- Type: 4

Mémoire 2

- Semaine: 6
- Probabilité: 1.50
- Durée: 3
- Type: 5

Autre projet

- 1,2,3
- Phase ID: 3

Profil

Sportif, barbu, fervent de la montagne, Felix a un tempérament pondéré, fiable. Pour lui, il y a une solution à tous les problèmes - même s'il faut parfois prendre du temps. Il n'est jamais stressé, mais

Poste

Programmeur

Département

Informatique SPS

Formation

Apprentissage de fraiseur, puis programmation de machines à commande numérique. A suivi des cours de perfectionnement en informatique. Depuis 4 ans dans le département informatique.

Personnement

Par sa nature très conviviale, Felix est très apprécié comme membre d'une équipe. Il sait très bien partager le travail, excelle à former de nouveaux collaborateurs et à donner les encouragements nécessaires.

Figure 75: Un écran du logiciel GSP (Générateur de Scénario de Projet)

Ce logiciel permet d'entrer les données d'un scénario, et procède à un certain nombre de vérifications élémentaires (domaine de valeur, unicité, etc.). Il comprend également des écrans de statistiques, qui permettent de consulter les valeurs moyennes, minimales ou maximales de certains paramètres. Ceci permet par exemple de vérifier que les qualifications des personnes correspondent aux qualifications requises par les tâches.

Les données contenues dans GSP seront ensuite transférées vers le simulateur par l'intermédiaire d'un fichier tabulé.

Comme les possibilités de vérification sont limitées dans FileMaker, nous avons dû ajouter une série de vérifications de cohérence lors de la lecture du scénario dans le simulateur.

Il faut bien reconnaître que la création d'un scénario de toutes pièces est une tâche complexe, qui requiert beaucoup de temps. C'est un peu écrire le roman d'un projet ... en quantifiant les éléments importants. La création d'une bibliothèque de scénarios permettra de reprendre les personnages de plusieurs scénarios pour en créer un nouveau.

7.3. Choix de l'environnement de développement

Trois options s'offraient à nous dans le choix de l'environnement de développement:

- ♦ un langage de simulation
- ♦ un environnement de simulation
- ♦ un environnement multimédia.

Nous allons brièvement analyser les avantages et désavantages des solutions offertes.

Les langages de simulation

Les langages de simulation tels que SimScript, GPSS, SIMAN, SIMNET, MicroCYCLONE ou SLAM mettent à disposition les éléments de base pour créer une simulation. Ces éléments (gestion du temps, intégrateurs, files d'attente, générateurs d'événements) simplifient notablement la conception de simulations complexes. SimScript exige un matériel dont nous ne disposons pas (Workstation sous UNIX) et qui est rédhibitoire pour un enseignement EAO. Singh a créé un simulateur pour les projets de génie civil en utilisant SLAM [Singh 1994]. Nous avons écarté l'utilisation de ces langages à cause du peu de soutien que ces langages offrent pour la conception de l'interface utilisateur: ces langages sont en effet conçus pour une utilisation par des spécialistes, et l'intégration d'une interface utilisateur simple aurait exigé une architecture client-serveur, ce qui augmentait trop la complexité du simulateur.

Un environnement de simulation

Nous avons examiné ensuite plusieurs environnements de développement conçus pour des problèmes de simulation, notamment les systèmes STELLA, PACE et EXTEND.

Ces environnements ont été conçus pour des modélisations de phénomènes scientifiques ou de réalités industrielles (production), et ils se caractérisent par une grande facilité au niveau de l'interface, permettant de modifier très rapidement et simplement les conditions d'une simulation.

Toutefois, aucun de ces environnements spécifiques ne nous donnait satisfaction. PACE, excellent au niveau de la simulation d'événements discrets, offrait trop peu de capacités au niveau de la simulation de phénomènes continus, ainsi qu'au niveau du langage de programmation. EXTEND offre une très bonne interface graphique, un support excellent pour les phénomènes tant discrets que continus, mais trop peu de possibilités au niveau du langage de programmation.

Enfin, des environnements de simulation permettant l'apprentissage par la découverte ont été développés notamment par Joolingen, Turns et Jong. Ces environnements sont pour l'instant au stade de prototypes de recherche (voir: [Joolingen 1995], [Turns 1995], [Jong 1994]).

Un environnement multimédia

Nous nous sommes donc résolu à prendre un environnement multimédia plutôt qu'un environnement de simulation. Pour des raisons de convenance, nous avons choisi Hypercard, de préférence à ToolBook ou à MacroMind Director.

Pour notre développement, Hypercard offre plusieurs avantages. Son architecture orientée objet et message supporte parfaitement les événements de la simulation, et permet un développement rapide de type prototype. Idoine pour le développement de l'interface graphique, Hypercard offre un langage de programmation qui, à défaut d'être performant, est d'usage très simple. A cela s'ajoute le fait que nous avons déjà une bonne expérience avec Hypercard.

7.4. Implantation informatique

Dans les pages qui suivent, nous allons décrire l'architecture du système, puis détailler les composantes principales, avant de présenter l'interface utilisateur.

7.4.1. La maquette sous Hypercard

La première implantation du simulateur a été réalisée au cours de l'été 1994, et une version pilote a été testée lors de séminaires au cours des mois de septembre et octobre 94. Remaniée et développée, elle a été utilisée de manière opérationnelle de janvier 95 à octobre 95.

Concept général

L'architecture du simulateur comporte trois blocs bien distincts: l'interface utilisateur, le moteur (le simulateur proprement dit) et le scénario (dans lequel sont regroupées toutes les caractéristiques du projet). La figure suivante explicite cette architecture:

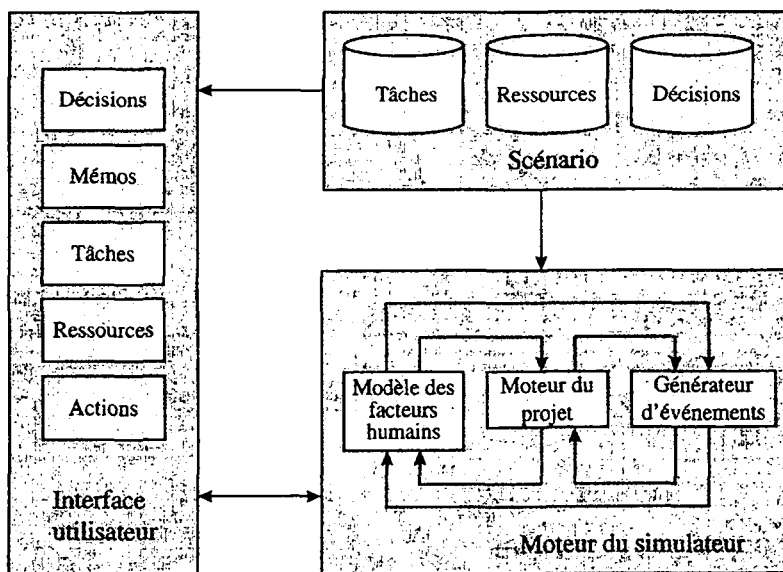


Figure 76: Architecture générale du simulateur

La séparation en trois modules distincts offre de nombreux avantages. La séparation entre le scénario et le moteur nous permettra d'utiliser le simulateur pour des projets très divers (informatique, mécanique, organisation, génie civil, etc.), sans devoir ré-écrire quoi que ce soit dans le simulateur. La séparation entre l'interface et le reste du système devra nous permettre d'utiliser le simulateur dans l'enseignement à distance: dans ce cas, seule l'interface utilisateur serait télé-déchargée par l'utilisateur, le moteur et le scénario restant sur le serveur de formation.

L'architecture du système est orientée objet + messages. Ceci signifie que le code est réparti, incorporé dans les divers objets qui composent le système. Le système de passage de message entre les objets permet de limiter fortement le couplage à l'intérieur du système. Le système est composé d'une seule pile, d'une carte par tâche, d'une carte par ressource, d'une carte par décision. Les scripts centraux qui contrôlent l'avancement du projet et le déclenchement des actions sont stockés sur une douzaine de cartes. Autant que possible, les scripts sont localisés dans les objets eux-mêmes. Les scripts (donc le code proprement dit) avaient en décembre 1994 une taille totale de 195 pages, soit environ 7400 lignes de code.

La maquette sous Hypercard nous a permis d'accumuler beaucoup d'expériences, d'améliorer régulièrement le simulateur et de tester immédiatement les nouvelles options introduites. Toutefois, l'environnement Hypercard nous imposait des contraintes d'implémentation très exigeuses. Quatre limitations nous pénalisaient particulièrement:

- ♦ la lenteur de l'exécution des scripts interprétés
- ♦ les diverses limitations de taille des objets utilisés
- ♦ la mauvaise intégration des possibilités multimédia (couleur, vidéo)
- ♦ le fait que seule la plate-forme Mac soit supportée.

Ces considérations nous ont conduits à changer d'environnement: au cours de l'été 1995, nous avons porté le simulateur dans l'environnement multimédia MacroMind Director.

7.4.2. Le simulateur sous MacroMind Director

L'environnement MacroMind Director, conçu pour le développement d'applications multimédias, résolvait les problèmes que nous avions rencontrés avec Hypercard. De plus, MacroMind Director utilise un langage de script dérivé de HyperTalk, le langage de programmation de Hypercard, ce qui a grandement simplifié le portage du simulateur. Seul inconvénient: nous avons dû refaire complètement la partie interface utilisateur, les objets utilisés étant fondamentalement différents. De plus, le mode de stockage des informations du scénario a dû être profondément remanié.

Au plan technique, signalons que les différents écrans visibles pour l'utilisateur sont représentés par des écrans fixes (nous n'utilisons pas l'animation par écrans successifs), les dessins étant le fait d'objets individuels animés.

Le simulateur sous MacroMind Director est devenu opérationnel en novembre 1995. La première version (2.0) était une réplique de la maquette originale, avec deux ajouts importants: un tableau de la productivité, et un tableau des allocations. Ces tableaux ont été rajoutés à la suite des remarques des utilisateurs sur le manque de vue

d'ensemble. La seconde version (2.2), qui intégrait toute la modélisation des facteurs humains sur la base du questionnaire N°2, a été utilisée en mars 1996. La taille du logiciel est devenue assez importante: environ 20'000 lignes de code, ce qui représente plus de 350 pages de programmes.

7.4.3. Le moteur de simulation

Le moteur du simulateur est composé de trois parties distinctes: le modèle des facteurs humains, le moteur qui fait avancer le projet, et le générateur d'événements. Ces trois modules sont contrôlés par un séquenceur piloté par l'horloge du système.

Le moteur de projet

Ce module représente le cœur de la partie technique du simulateur. C'est lui qui pilote l'avancement des différentes tâches du projet en fonction des affectations et des autres paramètres définis par les utilisateurs. Pour des questions d'efficacité, le moteur est appelé seulement une fois par jour (temps de modèle).

La fonction principale du moteur de projet consiste à calculer le travail effectué sur chaque tâche durant une journée. Ce calcul est complexe, dans la mesure où il tient compte de tous les facteurs humains pour déterminer la productivité de chaque personne sur une tâche donnée. Nous avons vu plus haut que nous avions "normalisé" l'unité des facteurs humains en fonction de leur incidence sur le projet (voir page 119). Cette normalisation nous permet ici de consolider simplement les divers facteurs humains.

Le moteur de projet effectue également les calculs qui tiennent compte de la taille du groupe qui est affecté à une tâche, de la courbe d'apprentissage, ainsi que de l'adéquation des qualifications du groupe par rapport aux qualifications requises par la tâche. C'est également le moteur de projet qui pilote la qualité, génère les erreurs en quantité voulue et pilote les événements liés à l'avancement des tâches.

Le modèle des facteurs humains

Le modèle est implémenté conformément à ce qui a été décrit dans les pages 140 et suivantes. Comme le rythme principal de la simulation est de 1 jour (temps de modèle), les valeurs des facteurs humains seront stockées avec cette granularité, pour pouvoir être affichées dans les graphiques à la demande de l'utilisateur.

Le module des facteurs humains permet de lire la valeur d'un facteur particulier, ou de modifier sa valeur.

Une modification des facteurs humains implique l'envoi de plusieurs paramètres:

- ◆ le type de facteur humain affecté
- ◆ l'amplitude de l'effet
- ◆ la durée de l'effet
- ◆ le coefficient de forme

Le coefficient de forme permet d'indiquer quel sera l'amortissement de l'effet au cours du temps. Pour les raisons expliquées plus haut (voir page 121), nous nous sommes limités à des effets variant entre un triangle simple et une impulsion. Les graphiques ci-dessous montre la forme de l'effet pour deux valeurs du coefficient de forme:

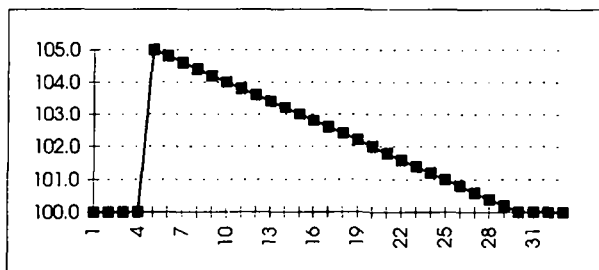


Figure 77: Coefficient de forme = 0

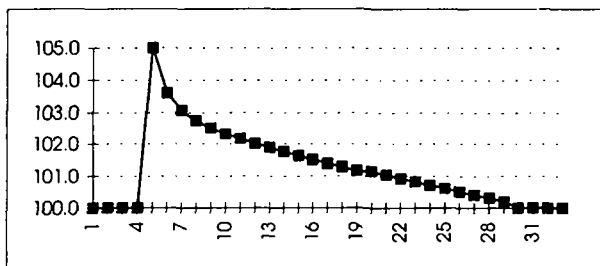


Figure 78: Coefficient de forme = 0.5

Le générateur d'événements

Ce module contrôle tous les événements du système. Reprenant l'approche de Tocher, il est composé de deux parties: celle qui gère les événements à date fixe (activités de type "B"), et celle qui gère les événements résultant de l'évolution des variables (activités de type "C") [Pidd 1992]. Les événements à date fixe peuvent être partie intégrante du scénario (par exemple une décision qui doit être prise le jour J), ou résulter des actions des utilisateurs. Les événements à date fixe sont stockés, avec leurs paramètres, leur date et leur heure d'apparition, dans un mécanisme central.

D'autres événements sont générés, conformément aux règles du simulateur, par l'évolution de certaines variables. Si la détection des conditions de déclenchement d'une règle est effectuée de manière décentralisée dans les objets en question, le traitement des règles se fait de manière centralisée, pour pouvoir tenir compte des délais d'inhibition entre la génération de deux événements successifs (Exemple: si les coûts passent sous la barre des 90%, un événement sera généré. Si les coûts remontent le lendemain, pour redescendre le surlendemain, aucun événement ne devra être généré le surlendemain).

7.4.4. L'interface utilisateur

L'interface utilisateur se présente sous forme de 4 écrans principaux: le bureau du chef de projet, les ressources, les tâches, les rapports. La navigation entre ces écrans se fait de manière cohérente et intuitive, la partie navigation restant toujours visible quel que soit l'écran.

Ainsi que nous l'avons mentionné plus haut, toutes les interactions se font avec la souris et des menus déroulants. Ce type d'interaction simplifie les traitements, dans la mesure où les entrées des utilisateurs ne doivent plus être vérifiées au plan syntactique.

La figure ci-dessous représente l'écran principal, celui du bureau du chef de projet.

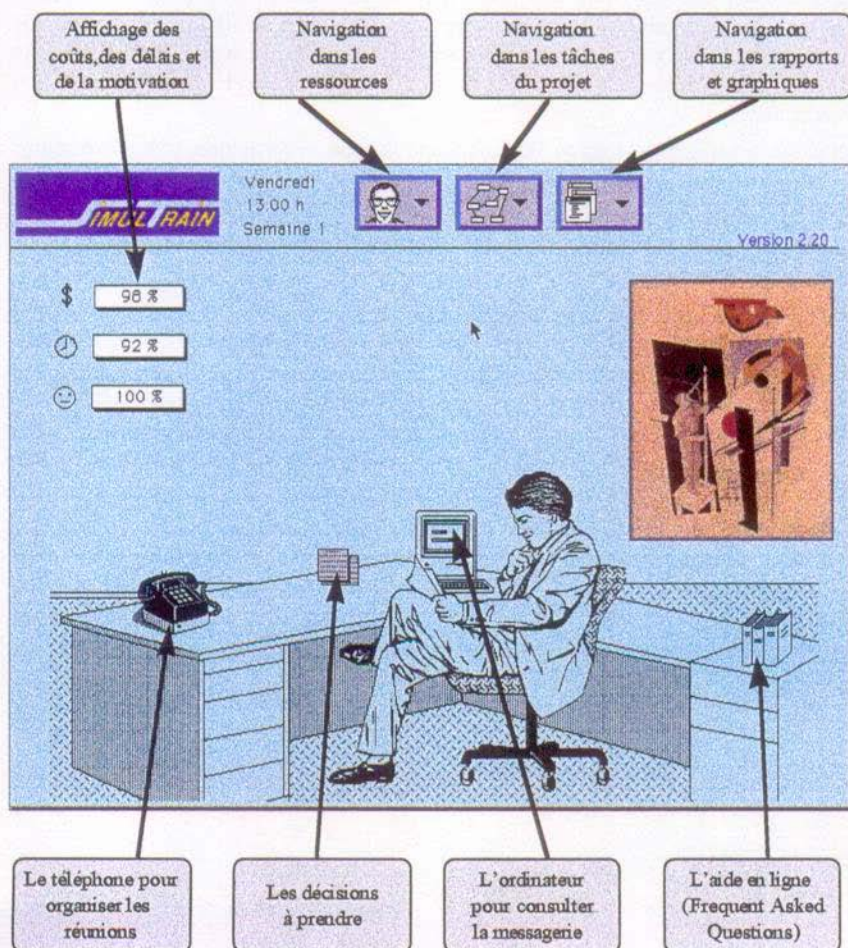


Figure 79: L'écran principal avec le bureau du chef de projet

L'écran principal comprend quatre "zones actives":

- ♦ le téléphone, qui permet de déclencher des actions: rencontrer des collaborateurs, faire des réunions de l'équipe, faire des revues de projet, etc. ;
- ♦ les documents posés sur la table par la secrétaire, qui représentent toujours des décisions à prendre. Lorsque les décisions sont prises, les documents disparaissent du bureau;
- ♦ l'ordinateur, qui permet de consulter la messagerie;
- ♦ les livres, qui donnent accès au savoir - les réponses aux questions les plus fréquentes.

La valeur actuelle des coûts, des délais et de la motivation est toujours visible, et la valeur de consigne est de 100%. Si la valeur des coûts dépasse 100%, cela signifie que les coûts dépassent le budget, si les délais dépassent 100%, cela signifie que le projet prend du retard. Mais si la motivation dépasse 100%, c'est que les collaborateurs sont bien motivés.

La partie supérieure de l'écran, qui comprend la zone de navigation et les indications de calendrier, est la même pour tous les écrans.

La figure ci-dessous montre l'écran des ressources. En comparant cet écran avec la figure de la page 157, qui représente les informations figurant dans le scénario, nous voyons combien de paramètres seront cachés aux yeux des utilisateurs.

Les données qui peuvent être modifiées par les utilisateurs figurent dans la partie inférieure de l'écran. A gauche, les tâches auxquelles la personne est affectée. Une personne peut être affectée à quatre tâches, qui seront faites successivement. Dans une première version, nous avions donné la possibilité de mettre une personne sur deux tâches en parallèle (par exemple 70% sur une tâche et 30% sur une autre). L'expérience a montré que cette possibilité créait trop de confusion, nous l'avons enlevée par la suite.

Au centre, les cours de formation auxquels la personne peut être envoyée. Le fait de participer à un cours de formation conduit à une augmentation des qualifications dans ce domaine.

A droite, on peut spécifier de quand à quand la personne en question travaillera sur le projet; on peut aussi indiquer le nombre d'heures supplémentaires que la personne devra faire chaque jour.

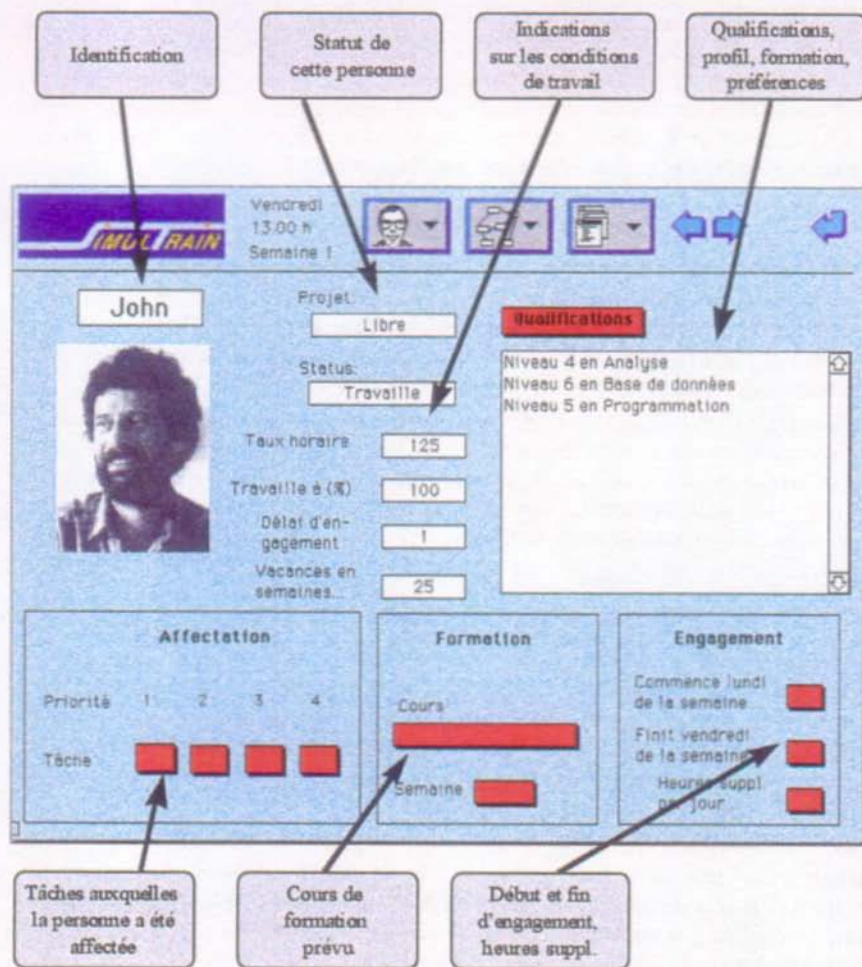


Figure 80: Écran d'une ressource

Il est évident que les heures supplémentaires ont des effets pertinents sur les facteurs humains; il en va de même pour la formation, ainsi que pour l'adéquation entre les tâches affectées et les qualifications de la personne.

L'un des buts pédagogiques de ce simulateur était de pouvoir consulter immédiatement le résultat des actions du chef de projet. A cette fin, nous avons créé une série de graphiques qui représentent l'évolution de certaines variables depuis le début du projet. Les utilisateurs pourront ainsi voir non seulement la valeur actuelle des paramètres, mais également leur évolution.

La figure ci-contre montre par exemple l'évolution de la responsabilisation depuis le début du projet. On y voit très nettement un élément qui a fortement contribué à relever la responsabilisation; ensuite on constate que la responsabilisation se dégrade peu à peu, comme si rien n'était entrepris pour maintenir la responsabilisation des collaborateurs, pour remonter ensuite brièvement dans la 9e semaine.

7.4.5. La lecture et la vérification des scénarios

Dans la première version sous Hypercard, les scénarios étaient composés d'une demi-douzaine de fichiers-textes et de fichiers tabulés. La lecture de l'ensemble des données du scénario était un processus un peu artisanal. Le générateur de scénario GSP produit maintenant un fichier unique, dont la taille avoisine 250 Kb.

La lecture de ce fichier a exigé la mise au point d'un logiciel spécial, qui effectue lors de la lecture quantité de tests de cohérence sur le scénario lu, tests qui sont effectués sur la base de règles de cohérence stockées dans un fichier séparé. Cette manière de faire rend le module de lecture pilotable depuis un fichier de règles externe. Ce module a été réalisé par un collaborateur, M. Codrescu.

7.5. Déroulement d'une simulation

Le déroulement de la simulation a été conçu pour une simulation qui s'intègre dans une formation en gestion de projet. Une telle formation dure en général trois journées (théorie + pratique): nous avons donc voulu faire une simulation dont la durée n'excède pas trois demi-journées.

7.5.1. Attribution des rôles

Pour le travail pratique avec le simulateur, les utilisateurs travaillent par groupes de quatre. Les quatre personnes représenteront donc un "chef de projet collectif". Cette situation quelque peu artificielle a le grand avantage d'entraîner les gens à prendre des décisions en groupe - une des tâches quotidiennes du chef de projet. C'est là également l'un des objectifs pédagogiques principaux de la formation des chefs de projet: leur apprendre à fonctionner en groupe.

Afin de veiller à ce que les utilisateurs discutent entre eux, nous avons divisé les responsabilités: une personne est responsable des coûts, la seconde des délais, la troisième de la qualité, la quatrième des facteurs humains. En "externalisant" de la sorte les quatre buts que poursuit, dans la réalité, chaque chef de projet, nous facilitons la discussion consciente, le trade-off entre ces buts souvent contradictoires.

Lors de la simulation, nous avons remarqué que la situation de stress conduit souvent à une réduction des objectifs. Alors qu'en situation normale l'équipe essaie de poursuivre les quatre objectifs ensemble, la situation de stress conduit à privilégier un seul objectif au détriment de tous les autres. Typiquement, en fin de simulation, les délais prennent une importance démesurée. Certaines équipes terminent la simulation avec

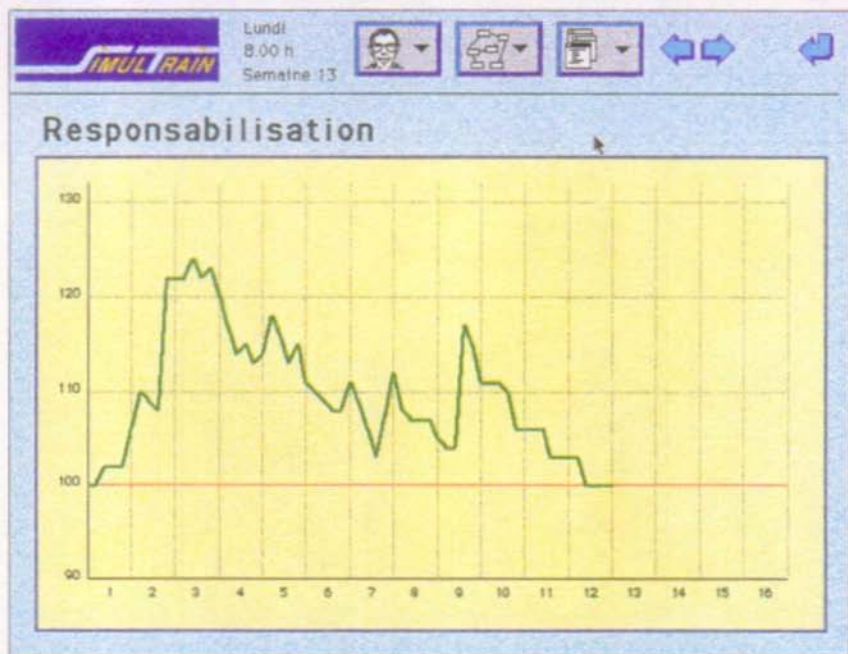


Figure 81: Écran qui montre l'évolution de la responsabilisation

plusieurs journées (en temps de modèle) d'avance, au prix d'innombrables heures supplémentaires, en mettant un nombre élevé de personnes sur chaque tâche - ce qui bien sûr pénalise la productivité et fait exploser les coûts. L'attribution de quatre rôles bien distincts permet mieux de mettre en évidence ce comportement sous stress.

7.5.2. Situation de départ

La simulation débute avec une présentation du projet à réaliser. Le projet standard du simulateur consiste à informatiser la bibliothèque d'une petite ville. La durée du projet est d'environ 3 mois (temps projet). Le projet comprend 17 tâches, une première planification a déjà été effectuée. Les utilisateurs reçoivent la liste de tâches, un plan en réseau, un diagramme de Gantt, ainsi qu'une liste des personnes de l'entreprise qui sont susceptibles de participer au projet.

Leur première tâche consistera à effectuer une planification détaillée des ressources nécessaires, de procéder à une analyse des capacités requises en dessinant les histogrammes de charge, d'effectuer un lissage en déplaçant les tâches non critiques, puis de planifier l'engagement des ressources.

Ces activités se font en partie à l'écran, en partie en utilisant des supports papier. La durée de cette planification dépend largement du niveau d'expertise des participants, et varie entre 1 heure et demie et trois heures.

7.5.3. Trois périodes de simulation

La simulation se déroule en trois périodes, qui sont composées chacune d'une phase de planification, d'une phase de simulation et enfin d'une phase de debriefing. Le temps consacré à la planification est plus important lors de la première période.

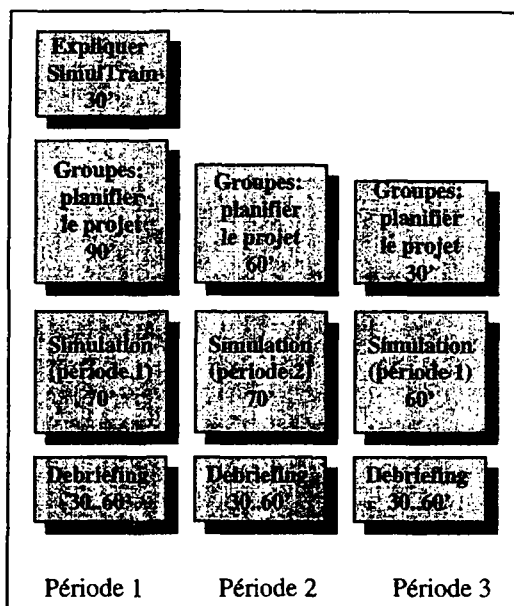


Figure 82: Plan du déroulement de la simulation.

Cette séparation en trois périodes répond à plusieurs exigences: elle permet d'abord de limiter à une heure environ le temps de simulation proprement dit, qui représente pour les utilisateurs un stress non négligeable. Ensuite, elle permet de donner un feed-back rapidement: durant le debriefing, les équipes peuvent se comparer entre elles, il est possible de discuter les différentes approches choisies, les erreurs commises. Enfin, cette séparation permet aux équipes qui ont obtenu les résultats les moins bons de redoubler l'effort de planification afin de rattraper les autres équipes durant les périodes ultérieures. Ceci est un effet très important au niveau de la motivation des équipes: nous avons vu des équipes rester le soir jusqu'à onze heures ou minuit pour préparer la simulation du lendemain!

Durant le debriefing, les principales décisions prises sont passées en revue et discutées.

7.6. Les interactions prévues

Nous allons dans les pages qui suivent montrer quelles sont les interactions entre les utilisateurs et le simulateur - en d'autres termes, comment les utilisateurs peuvent-ils influencer le déroulement du projet.

7.6.1. Constituer l'équipe

La première tâche des utilisateurs consistera à former l'équipe. Ceci se fera sur la base des qualifications des personnes, mais également en tenant compte de la description des personnes, de leurs préférences. Les contenus didactiques sont les suivants:

- ◆ apprendre à tenir compte des personnalités avant de former une équipe
- ◆ ne pas oublier les vacances dans la planification des collaborateurs
- ◆ réserver à l'avance les ressources dont on aura besoin dans le projet
- ◆ lisser la charge de travail des ressources en utilisant la marge disponible.

7.6.2. Affecter les ressources aux tâches

La seconde tâche consistera à affecter les personnes aux différentes tâches du projet. Cette affectation se fera surtout en fonction des qualifications exigées et des qualifications disponibles. Les contenus didactiques sont les suivants:

- ◆ comprendre l'importance de l'adéquation des qualifications (sinon, la productivité de la tâche sera faible, le collaborateur enverra des mémos disant que la tâche est trop difficile pour lui);
- ◆ comprendre que les personnes réagissent différemment face à des tâches difficiles (un défi pour certains, un découragement pour d'autres);
- ◆ comprendre que si plusieurs personnes travaillent sur une tâche, il n'est pas nécessaire que toutes les personnes aient toutes les qualifications requises. Personne n'est parfait, mais une équipe peut l'être.

7.6.3. Piloter la qualité

Plusieurs actions permettent de piloter la qualité du projet. Tout d'abord, l'adéquation des qualifications, qui est primordiale. Ensuite le choix des collaborateurs: certains font davantage d'erreurs que d'autres. Toutefois, l'action principale consiste à faire régulièrement des revues de tâche: au cours d'une de ces revues, les collaborateurs qui travaillent sur une tâche passent le travail effectué en revue. Cette méthode permet de trouver, au moindre coût, les erreurs faites durant l'exécution d'une tâche. Les erreurs trouvées durant une revue de tâche - erreurs qui sont appelées "petites erreurs" - peuvent être corrigées rapidement.

Si l'on ne procède pas à des revues de tâche, les erreurs faites restent non découvertes, et ne seront trouvées qu'à deux occasions:

- ◆ lors des revues de projet
- ◆ lors des tâches de test.

Les revues de projet sont des réunions qui regroupent l'ensemble des collaborateurs du projet. Elles ont lieu à la demande du chef de projet, qui en fixe la durée et la date. Au

cours d'une revue de projet, l'ensemble du travail effectué est passé au peigne fin, ce qui permet également de détecter des erreurs. Si les erreurs faites dans une tâche sont détectées après la fin de cette tâche, il faudra beaucoup plus de temps pour les corriger. Il en va de même pour les erreurs qui seront trouvées lors des tests. Ces erreurs seront appelées "grosses erreurs".

Pour la correction des grosses erreurs, une tâche spéciale est prévue: elle correspond aux activités de reprise (dans la production), ou de retouche (dans le bâtiment), ou de déverminage (dans l'informatique).

Les contenus didactiques sont ici les suivants:

- ◆ comprendre la nécessité de faire des revues de tâche fréquemment (sinon, on risque de passer beaucoup de temps, en fin de projet, à corriger les "grosses" erreurs);
- ◆ comprendre la nécessité des revues de projet;
- ◆ comprendre le lien entre l'adéquation des qualifications et les erreurs faites.

7.6.4. Gérer les meetings, les discussions

En tout temps, l'utilisateur peut initier certaines actions qui auront des effets spécifiques sur les facteurs humains. C'est ainsi que l'utilisateur pourra convoquer une réunion de l'équipe, ou organiser une sortie extra-muros, ou encore prévoir une discussion en tête-à-tête avec un collaborateur du projet.

Si, par exemple, le chef de projet invite les collaborateurs à déjeuner, cela aura un effet pertinent sur la motivation, sur la cohésion, sur la communication. Il est évident que les utilisateurs, ayant compris cela, vont forcer la dose, invitant les collaborateurs tous les jours à déjeuner... Pour éviter cela, deux mécanismes ont été prévus:

- ◆ si l'on fait trop souvent un certain type d'action, l'effet sur les facteurs humains va aller décroissant, et au bout d'un certain temps, les collaborateurs vont s'en plaindre;
- ◆ les frais de déjeuner vont être ajoutés aux frais de projet. S'ils dépassent un certain montant, il y aura récrimination de la part de la direction.

7.6.5. Réagir aux événements, décider

Dans notre enquête empirique, nous avons cherché à savoir comment les facteurs humains étaient influencés par des actions prises par le chef de projet ou par la direction de l'entreprise. Nous avons donc intégré ces actions dans le simulateur. Certaines actions sont toujours possibles: réunion de l'équipe, discussions (voir ci-dessus).

D'autres actions sont plus ponctuelles, et ne peuvent être décidées qu'une seule fois. Pour simuler ce type d'actions, nous avons eu recours à des événements qui surviennent lors du déroulement du projet. Quelques exemples de tels événements:

- ◆ le directeur vous informe que l'un des deux grands bureaux prévus sera attribué à un autre projet. L'équipe devra donc être scindée en deux, une partie de l'équipe devra travailler dans un autre bâtiment distant de 2 Km;
- ◆ un collaborateur veut quitter le projet;

- ♦ un chef de département a besoin de l'un de vos collaborateurs les plus importants durant 2 semaines.

Ces événements sont signalés au chef de projet par des documents que la secrétaire dépose sur son bureau. On pourrait ici utiliser mieux les possibilités multimédias, faire sonner le téléphone, faire parler l'interlocuteur, éventuellement présenter une courte séquence vidéo pour ajouter au réalisme de la situation.

Pour traiter les événements, l'utilisateur doit choisir entre plusieurs options qui lui sont offertes. Il n'a pas d'autre choix que les options proposées. S'il refuse de prendre une décision, le système prendra d'office une décision après un certains laps de temps. Et il n'est pas du tout certain que le système prenne la décision la meilleure...

Prenons un exemple d'événement avec les options associées (dans ce scénario, Rachel est l'une des chefs de département, Jeff est le directeur de l'entreprise):

Situation:	Quand j'ai pris le café avec Rachel, elle m'a laissé entendre que, lors de la dernière séance de direction, plusieurs personnes auraient émis des doutes à propos de mon projet. Certains auraient même prétendu que ce projet allait droit à la catastrophe.
Option 1:	Je crois que c'est toujours comme cela avec les projets: il y aura toujours des cadres qui n'arrivent pas à faire le pas et qui ne croient au succès que lorsqu'il est arrivé. Je ne vais pas perdre de temps avec ces gens-là.
Option 2:	Je prends rendez-vous avec Jeff pour lui demander de quoi il retourne et lui prouver que mon projet avance correctement, qu'il sera fini dans les délais. Il faut que je conserve le soutien de Jeff.
Option 3:	Cette fois, c'est en trop. Je vais aller chez Jeff et lui demander de pouvoir exposer mon projet lors de la prochaine séance de direction. Je veux leur parler directement pour leur prouver que mon projet avance correctement, qu'il sera fini dans les délais.

Figure 83: Exemple d'événement du scénario

Chacune des options aura bien sûr un effet pertinent sur les variables qui modélisent les acteurs du projet. L'option 3, par exemple, augmentera la satisfaction du management, augmentera la dimension "leadership" du chef de projet, augmentera la confiance des collaborateurs, etc.

Les utilisateurs seront confrontés, tout au long de la simulation, à de telles décisions à prendre: nous avons introduit plus d'une cinquantaine de telles décisions, toutes basées sur l'abondant matériel que nous avait fourni l'enquête N°1, et dont les effets avaient été mesurés avec le questionnaire N° 2.

7.7. Composante explicative

7.7.1. Rôle d'une composante explicative

Les systèmes d'EAO comportent souvent une composante explicative, dont le but est d'aider l'utilisateur à comprendre les lois et les règles du domaine étudié, ou à expliquer l'utilisation de l'EAO lui-même. On fait la différence entre les systèmes passifs, qui ne donnent une information que sur demande de l'utilisateur, alors que les systèmes actifs interviennent spontanément (voir à ce sujet, entre autres, [Diaz-Illaraza 1991] et [Rätz 1991]).

Nous pensons qu'il faut éviter de fournir trop d'explications spontanées; pour reprendre l'excellente formulation de M. de Coulon, "ne pas donner de réponse avant que les gens n'aient compris qu'il y avait une question". C'est pourquoi nous avons limité la partie active au minimum: c'est la partie que nous appelons le garde-fou.

Dans notre système, nous avons prévu trois composantes explicatives:

- ♦ les "Frequent Asked Questions"
- ♦ le garde-fou
- ♦ les explications après les décisions.

Nous allons dans les lignes qui suivent examiner ces trois composantes.

Les "Frequent Asked Questions"

Lors de l'utilisation du simulateur dans nos séminaires de formation, nous avons remarqué que les utilisateurs posaient souvent les mêmes questions, que 10-20 problèmes représentent 80-90% des demandes. D'où l'idée de faire figurer ces questions, telles quelles, avec leurs réponses. Les questions concernent deux domaines distincts: le premier concerne l'utilisation proprement dite du simulateur (ce sont les questions qui commencent avec "Comment"), le second concerne le comportement du simulateur (ce sont les questions qui commencent avec "Pourquoi").

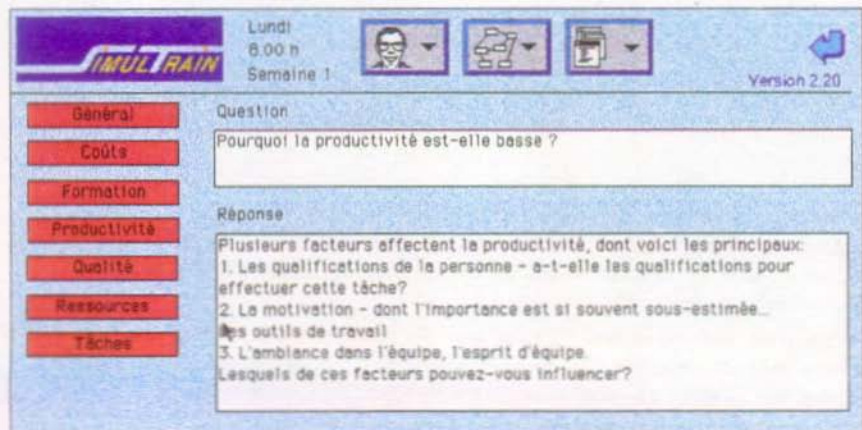


Figure 84: Exemple d'une "Frequent Asked Question", avec la réponse

- ♦ Comment puis-je envoyer une personne à deux cours successifs ?
- ♦ Comment lire mon courrier électronique ?
- ♦ Comment effacer une action décidée ?
- ♦ Comment avoir une vue d'ensemble ?
- ♦ Comment savoir qui fait quoi ?
- ♦ Comment corriger les "petites erreurs" ?
- ♦ Comment corriger les "grandes erreurs" ?
- ♦ Comment interpréter la productivité ?
- ♦ Pourquoi telle personne ne travaille-t-elle pas sur cette tâche ?
- ♦ Pourquoi ne puis-je pas engager telle personne pour mon projet ?
- ♦ Pourquoi la productivité est-elle basse ?
- ♦ Pourquoi cette tâche n'avance-t-elle pas ?
- ♦ Pourquoi telle personne n'avait rien à faire durant x heures ?

Les réponses ont été formulées soit sous forme de questions (Faire réfléchir les gens en posant des questions), soit de manière intentionnellement vague, également pour forcer une réflexion. La figure ci-contre (Figure 84) montre un exemple.

Le garde-fou

Dans les expériences faites avec le simulateur, nous avons vu qu'il était indispensable, du point de vue pédagogique, que les gens ne terminent pas la simulation sur un sentiment d'échec. D'où la nécessité, pour l'animateur, d'intervenir souvent durant la simulation pour éviter des dérapages, des erreurs difficiles à récupérer. Nous avons ensuite décidé de construire un "garde-fou", une composante explicative active qui intervient lorsque certaines valeurs dépassent des seuils prédéterminés. Il s'agit notamment des situations suivantes:

- ♦ s'il n'y a pas assez de revues de tâche,
- ♦ si les ressources sont balancées d'une tâche à l'autre,
- ♦ si le courrier électronique n'est pas lu,
- ♦ si l'utilisateur n'entreprend aucune action pour soutenir le moral de l'équipe.

Le garde-fou n'agit pas: il ne fait que rendre l'utilisateur attentif aux conséquences de ses actions, mais il indique également comment entreprendre l'action corrective.

Les explications après les décisions

L'expérience accumulée au cours de l'année 1995 a montré un phénomène intéressant: lors du debriefing, il arrive fréquemment que les gens ne se souviennent plus des décisions qu'ils ont prises durant la simulation. Manifestement, le feed-back apporté à ce moment-là vient trop tard. Nous avons donc cherché une méthode pour donner immédiatement un feed-back après la prise d'une décision. La solution retenue est la suivante: immédiatement après la prise de décision, un bouton apparaît, avec la légende: "Donnez-moi un feed-back au sujet de la décision que je viens de prendre". Si les utilisateurs demandent ces commentaires, ils seront donnés, comme le montre la figure ci-dessous:

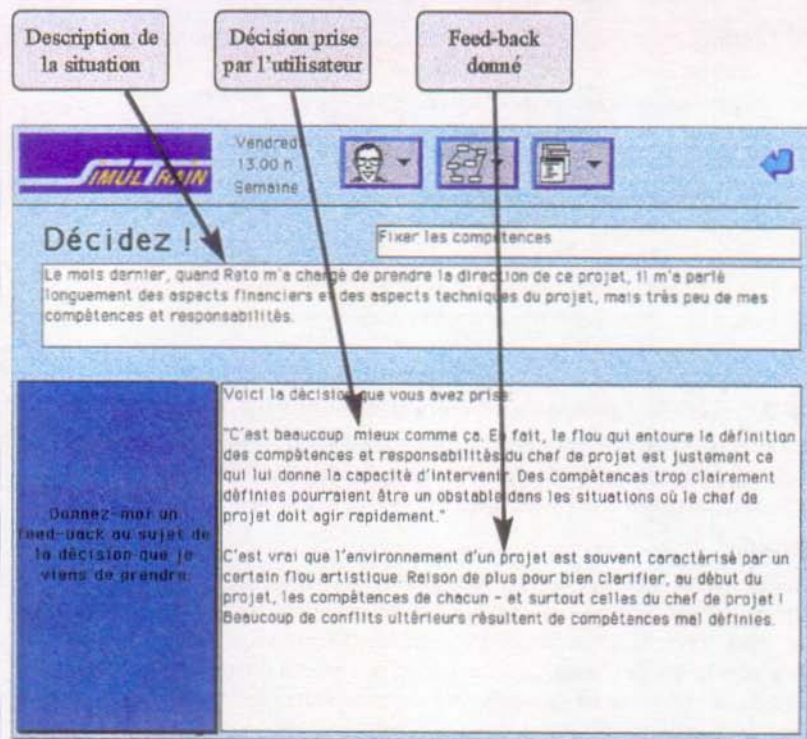


Figure 85: Feed-back donné après une prise de décision

Une variante aurait consisté à poser des questions avant la décision, pour faire réfléchir les utilisateurs. Nous avons rejeté cette variante, qui nous semblait par trop insistante.

7.7.2. Help on-line opérationnel

Sur la version Hypercard, nous avons implanté une aide en ligne opérationnelle. Lorsque l'utilisateur activait l'aide, il suffisait de mettre le curseur sur un champ pour que l'aide indique la signification de ce champ. Les expériences faites ont montré que cette aide n'était que rarement utilisée - ce qui a été confirmé par d'autres études menées à ce sujet (voir [Sauter 1987]).

Le fait que l'animateur était toujours présent dans la salle où se déroulait la simulation a sans doute joué un rôle important - les utilisateurs préfèrent obtenir les renseignements de vive voix. Les questions des utilisateurs concernaient souvent des points pas très clairs de l'interface. Sur la base des questions des utilisateurs, nous avons peu à peu amélioré l'interface, et le nombre de questions s'est réduit au fil du temps.

En fait, dans un environnement multimédia, le système d'aide devrait logiquement être remplacé par un tour guidé qui montre aux utilisateurs toutes les fonctionnalités du système.



8. Expériences et bilan

8.1. Utilisation du simulateur

Une remarque tout d'abord: les expériences faites avec le simulateur ont été faites d'abord avec la maquette sous Hypercard (version 1.7), puis avec la version 2.0 sous Macromind, qui ne contenait pas encore l'intégralité des facteurs humains ni la totalité des actions qui ont été quantifiées dans les questionnaire N°2. Durant le mois de mars 1996, nous avons utilisé lors de deux séminaires la version complète. Nous reviendrons en fin de chapitre sur les différences remarquées avec la version complète (2.2).

8.1.1. Cadre de l'utilisation, public

Durant l'année 1995, nous avons utilisé le simulateur pour 12 séminaires publics et séminaires en entreprise, d'une durée de 3 à 5 jours. Au total, ce ne sont pas moins de 161 personnes qui ont été formées en 1995. La provenance de ces personnes:

Banques, assurances	50
Industrie des machines	30
Administrations	36
Divers	21
Cours postgrade (MBA)	24

La plupart des séminaires étaient organisés dans les entreprises. Les participants avaient presque tous déjà participé à des projets, un tiers d'entre eux avaient déjà dirigé un ou plusieurs projets. Certains participants avaient une expérience de grands projets (plus de 100 personnes/années). La proportion d'informaticiens était importante: presque 50%.

8.1.2. Déroulement

Le déroulement était conforme à ce qui a été décrit dans la Figure 82, en page 168. La plupart du temps, la simulation se déroulait sur 3 journées, avec de la théorie durant la matinée, et la simulation durant l'après-midi.

Durant la première phase, la planification, on remarquait souvent des difficultés à initier le travail en groupe. Pour renforcer la compétition entre les 3 groupes, nous avons attribué une couleur à chaque équipe, couleur que l'on retrouvait sur une étiquette que portait chacun, et qui spécifiait son rôle dans l'équipe (coûts, délais, etc.).

En général, les équipes planifiaient la première période de manière assez grossière, et se retrouvaient dans un stress considérable durant la simulation. Pour presque toutes les équipes, la leçon principale de la première période était: "Il faut passer plus de temps à la planification". A la fin de la première période, les résultats de chaque équipe étaient affichés et discutés - ce qui bien sûr aiguïssait la concurrence entre les groupes. Durant le debriefing, nous analysions les différences des résultats, reprenions chaque décision qui avait été prise pour discuter des avantages/désavantages de chaque option.

Pour la planification de la seconde période, les participants passaient un temps beaucoup plus important - souvent, ils restaient jusqu'à 23 heures ou plus pour être sûrs d'avoir bien planifié chaque détail... C'est souvent dans cette phase que les participants se mettaient véritablement à fonctionner en équipe.

Parfois, l'équipe qui avait obtenu les moins bons résultats dans la première période faisait un gros effort de planification et réussissait à prendre l'avantage au cours de la seconde période. Ceci nous a semblé un élément très important pour la motivation durant la simulation: le fait de savoir que rien n'était joué, que l'on pouvait influencer réellement le cours des choses. A contrario, une équipe qui avait fait plusieurs erreurs monumentales durant la phase 2, était démotivée car le jeu, durant la troisième période, était "sans espoir". Sans espoir de gagner, bien sûr: la concurrence entre les groupes est donc un élément décisif de la motivation.

8.1.3. Mesure de l'efficacité

Nous avons cherché à mesurer l'efficacité de la formation donnée avec cette simulation. Kirkpatrick définit quatre niveaux pour l'évaluation d'une formation [Kirkpatrick 1959]:

1. Les réactions: ce que les participants ressentent à l'égard du programme de formation.

2. L'apprentissage: les principes, faits et techniques compris et assimilés par les participants.
3. Le comportement: le fait d'utiliser les principes, faits et techniques appris dans son travail quotidien
4. Les résultats: les changements dans le résultat du travail fourni par la personne après la formation.

Bien entendu, nous n'avons pas pu procéder à des mesures directes au niveau des résultats ou du comportement, puisque nous ne pouvions pas suivre les participants après la formation. C'est chose faisable dans un autre cadre: Finkel a ainsi tenté, dans une formation intra-entreprise en gestion de projet, de mesurer le changement de comportement. Il a demandé aux participants de formuler, à la fin du cours, une série de buts au niveau comportemental. Trois mois plus, dans des interviews avec les supérieurs des participants, il a cherché à déterminer dans quelle mesure ces buts avaient été atteints [Finkel 1985].

La mesure de l'apprentissage, au moyen d'une sorte d'examen en fin de cours, ne couvrirait que la partie technique, mais ne saurait mesurer les acquis comportementaux.

Dworatschek propose des QCM et des exercices corrigés au cours de la formation - ici également pour la partie technique uniquement [Dworatschek 1982].

Nous nous sommes donc rabattus sur une mesure indirecte, la mesure des réactions des utilisateurs après la formation - en partant de l'hypothèse que la satisfaction est liée à l'effet d'apprentissage.

Cette hypothèse est fort plausible. En effet, les participants à ces cours ont des horaires très chargés, un pourcentage non négligeable d'entre eux fait des heures supplémentaires régulièrement. Un exemple: lors d'un séminaire récent, 5 personnes (sur 12) affirmaient travailler régulièrement entre 50 et 60 heures par semaine. Participer à une formation est souvent une chose imposée par la direction de l'entreprise. Les participants sont par conséquent très critiques au début de la formation - ils craignent de perdre leur temps précieux. Si ces personnes-là s'estiment satisfaites de la formation, c'est manifestement que cette dernière leur a apporté des enseignements utilisables.

Et la satisfaction des utilisateurs était évidente: dans les évaluations informelles, les commentaires très positifs étaient nombreux. Afin de mieux saisir cette satisfaction, nous avons développé deux questionnaires, l'un fermé et l'autre ouvert, qui ont été utilisés lors des derniers séminaires (voir ci-dessous, en page 181).

Une autre mesure de l'efficacité de la formation consiste à demander aux participants de noter, en fin de séminaire, les points les plus importants qu'ils ont appris durant la journée. Nous employons cette méthode depuis longtemps dans nos séminaires, et nous l'avons employée également après l'utilisation du simulateur. Ce qui nous a frappé, c'est que les gens notent en premier lieu, parmi les points appris, les erreurs qu'ils ont faites durant la simulation. Exemple: les gens qui ont vu leurs coûts exploser durant la simulation parce qu'ils avaient oublié de donner du travail à chaque collaborateur noteront, dans les acquis: "Veiller à ce que chacun ait du travail".

Cet effet est remarquable, et absolument asymétrique: il est extrêmement rare que les gens notent ce qu'ils ont bien fait. Même si dans une équipe une personne réussit, dans la discussion, à imposer un point de vue correct (ou en tout cas qui se révèle comme tel dans la suite de la simulation), les personnes qui avaient d'abord une idée erronée, et qui ont été convaincues, ne noteront pas cet acquis. Il faut vraiment la sanction de l'erreur par le simulateur pour qu'il y ait effet d'apprentissage! Ceci conduit à une nouvelle interprétation du simulateur en formation: le simulateur comme "machine à faire des erreurs". Ceci change l'approche dans la construction d'un simulateur, qui doit donc en quelque sorte "encourager" l'utilisateur à faire des erreurs, tout en veillant à ce que l'impact des erreurs sur le résultat de la simulation ne soit pas trop important pour conduire à un échec.

D'autres approches pour les mesures de l'efficacité de la formation ont cherché à mesurer directement l'effet de la formation sur la productivité. Ramage a tenté d'évaluer l'impact d'une formation qui a été donnée à 180 chefs de projet (tous les chefs de projet appartenaient à la même compagnie). Pour reprendre ses termes: "It is difficult to directly measure the impact of any training activity on project performance. Perhaps an indirect measure of our success in 1986 can be gained from looking at improvement in project performance. The end of year performance, as measured by project multiplier, was about 11 percent better than 1985 performance" [Ramage 1987]. Il est bien entendu très difficile de savoir dans quelle mesure cette augmentation des performances est due à la formation ou à d'autres raisons (économiques, choix des projets, méthodes de mesures, etc.).

Wolter a défini une méthode pour quantifier la rentabilité d'une formation, en tenant compte des paramètres quantitatifs et des paramètres qualitatifs. Sa méthode requiert toutefois une mesure directe de l'augmentation de la productivité subséquente à la formation [Wolter 1994].

Andersen Consulting, qui utilise un simulateur multimédia pour la formation de ses cadres, et qui forme 15'000 cadres chaque année, estime que la durée de la formation a été réduite de 40% grâce au simulateur de formation [Williamson 1994].

Cabano, qui utilise divers outils de simulation dynamique dans la formation en gestion de projet, souligne l'enthousiasme des étudiants, la facilité de compréhension de concepts difficiles, une courbe d'apprentissage meilleure, une meilleure rétention. Sur la base de son expérience, il prétend que cette forme d'enseignement permet de transmettre le savoir en gestion de projet deux à trois fois plus rapidement qu'avec des méthodes traditionnelles [Cabano 1990].

8.1.4. Premiers enseignements

Durant la trentaine de journées de formation avec le simulateur SimulTrain, nous avons systématiquement noté nos expériences. La première constatation, la plus importante, est la nécessité impérieuse de gagner. Si la simulation se termine sur un échec, la démotivation est grande (et l'effet d'apprentissage plus faible). Nous avons donc modifié certains paramètres du système, afin de permettre à toutes les équipes de terminer sur un score honorable.

Dans la même optique, nous avons introduit les garde-fous, ces systèmes qui permettent de détecter assez tôt des dérives importantes et de remettre les équipes sur la bonne voie (voir le point ci-dessus en page 173).

Dans les premières versions du simulateur, la fin de la simulation conduisait simplement à un mémo disant: "Bravo, le projet a été mené à terme", et il était remarquable de lire la frustration des utilisateurs, qui semblait dire: "Mais enfin, après tout ce travail, pourquoi cette fin en queue de poisson?" - nous avons donc ajouté en fin de jeu une musique de fête, des applaudissements. Il n'est pas rare qu'un des participants aille alors chercher une bouteille de vin pour fêter le succès de son équipe... Ce comportement en fin de jeu illustre bien l'engagement important que représente une telle simulation.

Nous avons remarqué dans la simulation un autre effet intéressant: c'est la contradiction entre le savoir théorique et le comportement observé. Un exemple: durant la matinée, nous traitons de la loi de Brooks, qui souligne l'inutilité d'ajouter plus de ressources sur une tâche qui a du retard (Brook's Law: "Adding more people to a late project makes it later" [Brooks 1982]). Tout le monde semble bien d'accord sur ce fait. Durant la simulation de l'après-midi, une équipe voit son projet prendre du retard. Au lieu des quatre personnes prévues pour une tâche, elle en affecte huit. Le simulateur indique une diminution de la productivité, qui passe de 1.05 à 0.50. Grande discussion, émoi: cette fois, les gens ont compris, **parce qu'ils l'avaient vécu**, le sens de la loi de Brook. En fin de journée, quand les participants doivent noter les acquis de la journée, les quatre membres de cette équipe notent, en premier lieu, la loi de Brook...

Différences entre savoir et comportement

Nous avons remarqué souvent de telles différences entre le savoir théorique qui venait d'être transmis aux participants, d'une part, et le comportement observé, d'autre part. Ces différences concernaient, entre autres, les points suivants:

- ♦ Savoir que si l'on exige des heures supplémentaires trop longtemps, les gens seront démotivés et la productivité diminuera, mais imposer des quantités d'heures supplémentaires dès que le projet prend du retard.
- ♦ Savoir qu'il est important de maintenir l'équipe géographiquement ensemble, mais ne rien faire pour empêcher son éclatement en deux localités distinctes.
- ♦ Savoir que la transparence de l'information est importante, et refuser de donner à l'équipe une information cruciale (le client a du retard dans d'autres projets, ce qui donne quelques semaines de battement à notre projet).

Pourquoi ces différences ? L'une des raisons peut être cognitive: leur modèle mental existant, renforcé par les nombreuses expériences, exige une nouvelle expérience importante pour être remis en cause et modifié. Et manifestement, la transmission théorique du savoir ne suffit pas à modifier certains aspects bien ancrés du modèle mental. En l'occurrence, il ne s'agit pas d'une remise en cause complète du modèle (retard -> ajouter du personnel), mais plutôt d'une différenciation plus nuancée des conditions de validité de ce modèle.

L'autre raison peut être le stress: en situation de stress, les vieilles habitudes et les vieux réflexes reprennent le dessus. Ce que Graham dans son excellent ouvrage sur les facteurs humains dans la gestion de projet appelait l'effet "chasse-neige": les élèves qui apprennent à skier peuvent maîtriser la godille; mais qu'une plaque de verglas apparaisse, et le vieux système du chasse-neige reprend le dessus... [Graham 1989].

Enfin la troisième explication de ces différences pourrait être fournie par Argyris, qui fait la différence entre les "espoused theory of action" et les "used theory of action" (voir en page 49).

Quelle que soit l'explication retenue: la formation du simulateur a l'avantage immense de mettre en évidence cette contradiction - ce qui conduit à un apprentissage renforcé.

A la fin d'une journée de simulation, nous avons toujours demandé aux participants de noter les acquis principaux. Cette démarche a été très appréciée par l'ensemble des participants. L'obligation de formaliser, de verbaliser les acquis semble jouer un rôle important de renforcement de l'apprentissage. Nous avons procédé en deux temps: d'abord, durant environ 15', les participants notaient les acquis. Ensuite, nous faisons un tour de table, au cours duquel chacun pouvait citer un ou plusieurs éléments appris. Cette deuxième partie s'est révélée particulièrement efficace pour que les participants se souviennent mieux des expériences faites durant la journée. La simulation se déroule rapidement, les gens sont sous stress: sans ce processus de remémorisation, nous pensons que beaucoup de choses se perdraient.

Un autre élément a retenu notre attention: c'est le peu de temps passé pour prendre les décisions. Confrontés à une nouvelle situation, les utilisateurs prennent une décision souvent en moins de 30 secondes, et dans la grande majorité des cas sans discussion au sein du groupe. La forme principale de prise de décision est la suivante: celui qui a la souris en main dit: "D'accord pour l'option N° 2?", il attend un très bref instant, et effectue la prise de décision dès qu'une des personnes du groupe a émis un signe d'assentiment. Mais le plus remarquable est que les gens n'ont pas conscience de ce fait. Nous avons souvent cherché à thématiser ces comportements - sans succès. Et dans le questionnaire fermé que les gens remplissaient à la fin de la simulation, plus de 75% des gens avaient l'impression qu'ils fonctionnaient de manière démocratique. Nous retrouvons ici, encore une fois, la différence entre le comportement réel et le comportement que l'on croit avoir.

Au cours des premières utilisations du simulateur, les utilisateurs se sont plaints d'un manque de vision globale, synthétique. Nous avons alors ajouté deux nouvelles "vues" du projet, les rapports de productivité et d'allocation, qui ont nettement amélioré la situation. Encore une fois: il faut éviter que les gens se perdent, mais il faut leur laisser assez de possibilités de faire des erreurs: c'est pourquoi il serait à notre avis erroné de fournir trop d'informations. La réalité de la gestion de projet est semblable: il est parfois impossible d'obtenir des informations cruciales.

Ces expériences nous ont montré la nécessité d'une approche systématique d'évaluation - ce qui nous a conduit à élaborer des questionnaires d'évaluation. Ces questionnaires seront décrits ci-dessous (voir page 182).

8.1.5. Les erreurs les plus fréquentes

Nous avons noté les erreurs les plus fréquentes faites par les utilisateurs au cours de la simulation. En ce qui concerne les facteurs humains, les erreurs concernaient:

- ◆ changer fréquemment les affectations des personnes
- ◆ oublier de donner du travail aux collaborateurs
- ◆ pratiquer une politique d'information non transparente
- ◆ négliger la motivation des collaborateurs
- ◆ ne pas faire assez de discussions avec les collaborateurs
- ◆ forcer les heures supplémentaires
- ◆ ne pas donner des qualifications aux collaborateurs
- ◆ négliger la communication.

En ce qui concerne les aspects d'organisation du projet, les erreurs étaient les suivantes:

- ◆ se concentrer sur les tâches critiques et négliger les tâches non critiques
- ◆ négliger l'aspect qualité, consacrer trop peu de temps aux revues de projet
- ◆ donner beaucoup plus d'importance aux délais qu'aux coûts du projet
- ◆ mal planifier l'engagement des collaborateurs
- ◆ oublier les vacances
- ◆ ne pas planifier de réserve pour les imprévus (difficultés techniques, maladies).

Cette liste des erreurs les plus fréquentes nous a servi à améliorer la composante explicative. Nous avons procédé comme suit: nous avons introduit des variables qui permettaient de détecter rapidement ces erreurs. Par exemple, pour détecter le changement fréquent des affectations, nous avons introduit une variable qui compte le nombre de changements d'affectations quotidiens. Si cette variable dépasse un seuil donné durant trois jours consécutifs, un événement sera généré: l'équipe enverra un mémo au chef de projet, disant: "Tu sais, on en a tous marre, mais vraiment marre d'être constamment balancés d'une tâche à l'autre. C'est pas drôle de travailler comme ça. Tu ne pourrais pas nous laisser finir une tâche, au lieu de changer constamment tes priorités?"

La composante explicative se trouve ainsi "dissimulée" dans les mémos - ce qui rend l'apprentissage beaucoup plus naturel qu'avec une composante explicative classique.

8.2. Enquête auprès des utilisateurs

Comme nous l'avons mentionné plus haut, nous avons cherché à obtenir un feed-back plus systématique des utilisateurs. Pour ce faire, nous avons utilisé un questionnaire fermé, pour obtenir des résultats quantifiables, et un questionnaire ouvert, pour permettre de recueillir plus d'informations.

8.2.1. Questionnaire fermé

Afin de mieux appréhender les jugements des utilisateurs sur le simulateur, nous avons élaboré un questionnaire fermé, dans lequel nous posons 8 questions. Ce questionnaire

a été soumis aux participants de 5 derniers séminaires au cours du dernier trimestre 1995, et a été rempli par 60 personnes.

La table suivante montre le questionnaire ainsi que, entre parenthèses, le nombre de réponses qui ont été données pour chaque réponse possible.

<p>1. L'utilisation générale du simulateur est...</p> <p><input type="checkbox"/> Très facile (22)</p> <p><input type="checkbox"/> Plutôt facile (34)</p> <p><input type="checkbox"/> Plutôt difficile (4)</p> <p><input type="checkbox"/> Difficile (1)</p>	<p>2. Comment se prenaient les décisions dans notre équipe ?</p> <p><input type="checkbox"/> Démocratiquement (46)</p> <p><input type="checkbox"/> Difficilement (5)</p> <p><input type="checkbox"/> 2 personnes s'imposaient (7)</p> <p><input type="checkbox"/> Celui qui a la souris décide (1)</p>
<p>3. La formation avec un simulateur est....</p> <p><input type="checkbox"/> Très efficace (22)</p> <p><input type="checkbox"/> Efficace (37)</p> <p><input type="checkbox"/> Pas très efficace (0)</p> <p><input type="checkbox"/> Pas efficace (0)</p>	<p>4. Les personnages qui apparaissent dans le simulateur sont ...</p> <p><input type="checkbox"/> Artificiels (1)</p> <p><input type="checkbox"/> Un peu artificiels (10)</p> <p><input type="checkbox"/> Assez proches de la réalité (33)</p> <p><input type="checkbox"/> Très proches de la réalité (17)</p>
<p>5. La formation avec un simulateur est....</p> <p><input type="checkbox"/> Ennuyeuse (1)</p> <p><input type="checkbox"/> Parfois ennuyeuse (0)</p> <p><input type="checkbox"/> Assez intéressante (17)</p> <p><input type="checkbox"/> Très intéressante (43)</p>	<p>6. Il m'arrivait de ne pas comprendre certains comportements du simulateur...</p> <p><input type="checkbox"/> Souvent (3)</p> <p><input type="checkbox"/> Parfois (15)</p> <p><input type="checkbox"/> Rarement (33)</p> <p><input type="checkbox"/> Jamais (9)</p>
<p>7. Les événements qui surviennent lors de la simulation sont ...</p> <p><input type="checkbox"/> Artificiels (0)</p> <p><input type="checkbox"/> Un peu artificiels (6)</p> <p><input type="checkbox"/> Assez proches de la réalité (36)</p> <p><input type="checkbox"/> Très proches de la réalité (18)</p>	<p>8. J'aurais été content d'avoir plus d'aide de la part de l'animateur ...</p> <p><input type="checkbox"/> Souvent (0)</p> <p><input type="checkbox"/> Parfois (13)</p> <p><input type="checkbox"/> Rarement (27)</p> <p><input type="checkbox"/> Jamais (20)</p>

Figure 86: Questionnaire d'évaluation du simulateur avec les réponses

L'utilisation du simulateur ne pose guère de problème pour 94% des utilisateurs (question 1); seuls 21% auraient parfois eu besoin de plus d'aide de l'animateur

(question 8). Le comportement du simulateur est bien compris par 70% des gens; 25% ont parfois, 5% souvent de la peine à comprendre le comportement du simulateur.

Ce point mérite discussion: nous avons demandé à certains participants de nous préciser quels comportements étaient difficiles à comprendre. Il s'agissait soit d'une mauvaise compréhension du système (par exemple le fait que les affectations de tâches ne sont prises en compte que le lendemain), qui mettait en évidence un point pas très intuitif de l'interface, ou alors des difficultés à garder présentes à l'esprit beaucoup de données, ce qui conduit à des confusions temporelles (les participants sont persuadés que l'événement B a précédé A, alors que le contraire est vrai, comme nous le prouve le logfile des interactions).

La simulation elle-même est jugée intéressante ou très intéressante par 98% des gens. La simulation est considérée comme efficace ou très efficace par 100% des gens. (question 3). Ces deux derniers chiffres confirment l'impression que nous avaient laissée les appréciations informelles: la simulation plaît énormément, elle fascine les gens, et son efficacité est appréciée par la totalité des personnes. Il s'agit bien sûr du jugement subjectif des utilisateurs sur l'efficacité, et non pas de la mesure de l'efficacité. Toutefois, les chiffres sont éloquentes: sur 60 personnes, une seule a trouvé la simulation peu intéressante, aucune ne l'a trouvée peu efficace..

Enfin, les événements et les personnages de la simulation sont jugés assez proches (57%) ou très proches (29%) de la réalité.

8.2.2. Questionnaire ouvert

Afin de mieux saisir les réactions des utilisateurs, nous avons développé un questionnaire ouvert, dans lequel nous posions aux utilisateurs trois questions:

- ♦ Ce que j'ai particulièrement apprécié dans le simulateur:
- ♦ Ce qui m'a déplu dans le simulateur:
- ♦ Ce que l'on pourrait améliorer dans le simulateur:

Les 48 personnes qui ont répondu ont donné 206 réponses (100 dans la catégorie "Apprécié", 49 dans la catégorie "Déplu", 57 dans les "Améliorer"). Nous avons cherché à faire des catégories, dans lesquelles nous avons classé 149 réponses (59 réponses trop diverses pour être catégorisées).

La table ci-dessous montre le nombre de réponses dans chacune des catégories:

	Apprécié	Déplu	Améliorer
Simulation proche de la réalité	13	2	1
Facilité d'utilisation	11	5	
Travail en équipe	9		1
Voir les effets de ses actions	9	2	4
Aspects ludiques	8	1	1
Complexité	5		
Efficacité de l'apprentissage	4		3
Stress	4		1
Pouvoir expérimenter	3	1	2
Total	24	2	7
Temps à disposition	2	16	7
Vue d'ensemble	1	14	19
Total	3	30	26

Figure 87: Catégories des appréciations sur le simulateur

Dans cette table, nous avons regroupé en haut les éléments positifs, en bas les éléments négatifs.

Simulation proche de la réalité

Il est remarquable de voir que le simulateur est perçu d'abord comme très proche de la réalité, et ceci malgré le fait que le scénario contenait un projet informatique et que la majorité des utilisateurs n'étaient pas informaticiens (il y avait 17 informaticiens sur les 48 personnes ayant rempli le questionnaire). Quelques exemples de réponses:

- ♦ *Apprécié:* Une simulation proche de la réalité
- ♦ *Apprécié:* La visualisation des collaborateurs (la photo)
- ♦ *Apprécié:* Une synthèse réaliste du monde des projets
- ♦ *Apprécié:* La ressemblance avec ce qui se passe dans une entreprise
- ♦ *Apprécié:* Il reflète bien les phénomènes que l'on rencontre dans la pratique
- ♦ *Apprécié:* Permet d'entrer dans des situations réelles, que l'on rencontre dans la réalisation de projets.
- ♦ *Déplu:* Parfois on "sent" la simulation la réalité se "perd": on a facilement l'impression de jongler avec les personnes.

Facilité d'utilisation

Ensuite, c'est la facilité d'utilisation qui est soulignée. Quelques exemples de réponses:

- ♦ *Apprécié:* Le simulateur est très compréhensible, on ne perd pas de temps pour apprendre à s'en servir.
- ♦ *Apprécié:* Utilisation facile, comportement transparent, effet immédiat des actions
- ♦ *Déplu:* Au début trop de paramètres inconnus

Travail en équipe

Le fait de travailler en équipe durant la simulation a été considéré comme un élément très positif. Quelques exemples de réponses:

- ◆ *Apprécié:* On doit prendre des décisions, ce qui a provoqué des discussions dans le groupe sur les problèmes soulevés.
- ◆ *Apprécié:* Au début, nous étions quatre individus, dont certains prenaient la chose plus au sérieux que d'autres. A la fin, nous étions une équipe.
- ◆ *Apprécié:* D'avoir travaillé en équipe.
- ◆ *Apprécié:* Relations au sein de l'équipe de joueurs intéressantes à observer.
- ◆ *Apprécié:* Travailler à plusieurs sur le PC pour comparer les différences de réactions.
- ◆ *Remarques:* Favorise la formation de l'équipe

Voir les effets de ses actions

Le fait de voir l'effet de ses actions a été également cité fréquemment comme élément très positif de la simulation. Quelques exemples de réponses:

- ◆ *Apprécié:* C'est d'être confronté aux effets de ses actions
- ◆ *Apprécié:* Le simulateur réagit bien à nos décisions (bonnes et mauvaises)
- ◆ *Apprécié:* Je vois rapidement l'influence d'une décision sur le déroulement du projet.
- ◆ *Apprécié:* Le résultat immédiat d'une action.
- ◆ *Déplu:* Pas la possibilité de se rendre compte de la répercussion d'une décision.
- ◆ *Remarques:* Le feed-back sur certaines décisions n'est pas toujours donné (effet d'apprentissage durant la simulation)
- ◆ *Remarques:* Je ne suis pas très sûr que les décisions aient été prises en escomptant les réactions du simulateur.

L'avant-dernière remarque, qui signale que pour certaines décisions il n'y avait pas de feed-back, nous a conduit à introduire dans le simulateur la possibilité d'avoir un feed-back pour chacune des décisions prises. Ce feed-back est facultatif: après avoir pris choisi l'une des trois options offertes, un dialogue apparaît, demandant à l'utilisateur: "Voulez-vous avoir un commentaire au sujet de la décision que vous venez de prendre?". Si l'utilisateur acquiesce, un commentaire apparaît, avec des considérations générales sur le sujet, et prévenant l'utilisateur des conséquences que sa décision pourra avoir sur le projet en général et sur les facteurs humains en particulier.

La dernière remarque, qui suggère que les utilisateurs prennent les décisions en fonction des réactions escomptées du simulateur, ne serait négative que si le simulateur s'éloignait de la réalité: les utilisateurs réagiraient dans la simulation à l'inverse de ce qu'ils feraient dans la réalité, juste pour que le simulateur ait les réactions voulues. Or les réponses à ce questionnaire ont amplement prouvé que le simulateur était très proche de la réalité.

Vue d'ensemble

Si nous considérons maintenant les aspects négatifs, c'est d'abord la "Vue d'ensemble" qui pose problème. Quelques exemples de réponse permettront de mieux comprendre de quoi il s'agit:

- ◆ *Déplu:* Manque de vue d'ensemble sur le petit écran
- ◆ *Déplu:* Au début, il est très difficile de conserver une vue d'ensemble surtout quand le maniement n'est pas encore très clair.
- ◆ *Déplu:* Manque de vision globale des personnes travaillant sur une tâche..
- ◆ *Déplu:* Presque trop d'information sur les personnes et pas assez une vue d'ensemble du projet.
- ◆ *Remarques:* Parfois la simulation est trop rapide, on perd la vue d'ensemble
- ◆ *Remarques:* Pouvoir visionner graphiquement les périodes ou les personnes sont actives sur une tâche, et les périodes ou elles n'ont pas de tâche.
- ◆ *Remarques:* Avoir une vue d'ensemble (plusieurs fenêtres)

Le problème soulevé par ces remarques est en fait celui de la complexité de visualiser les informations importantes d'un projet. Cette complexité est inhérente à la structure même des projets, qui ne permet pas "UNE vue d'ensemble", puisque l'architecture des données d'un projet est très voisine d'une structure de base de donnée relationnelle temporelle, avec les entités suivantes:

- ◆ tâches
- ◆ ressources

et les relations suivantes:

- ◆ tâche - tâche (relation de précédence)
- ◆ tâche - ressource (relation d'affectation).

Cette structure est en soi simple, et pourrait être visualisée par deux tables. Mais cette base de données relationnelle est de surcroît temporelle, en ce sens que les relations Tâches - Ressources changent constamment, et la vision de l'évolution des entités et des relations au cours du temps est justement ce qui intéresse le plus le chef de projet.

Yufik et Sheridan ont analysé, dans le contexte de simulateurs de vol, les conséquences d'une perte de la vue d'ensemble. Lors de vols aux instruments, il arrive que les pilotes n'arrivent plus à créer une image cohérente sur la base des lectures des instruments. La fragmentation du modèle mental qui en résulte conduit les pilotes à parler d'une rupture de leur compréhension de la situation, d'un sentiment de confusion et de perte de contrôle [Yufik 1993].

Dans le debriefing après la simulation, les utilisateurs nous ont parfois dit qu'ils avaient eu le sentiment de "ne plus comprendre", de "réagir sans réfléchir". Le problème posé ici comprend deux aspects:

- ◆ le fait que l'information montrée sur un écran d'ordinateur est forcément limitative. Ici, seul un recours plus important à l'impression de documents au cours de la simulation pourrait aider;
- ◆ le fait qu'il n'existe pas de vision synthétique d'un projet.

La recherche d'une vision synthétique d'un projet est un peu la quête du Graal, et chaque nouvelle mouture des logiciels de gestion de projet comprend d'autres vues, du Gantt fléché au Gantt des ressources, d'autres filtres, configurables à volonté, mais qui restent inefficaces devant l'irréductible complexité de la structure même des données des projets.

Temps à disposition

Le dernier point soulevé concerne la gestion du temps. Si le stress est jugé comme un élément positif, de nombreuses personnes regrettent de n'avoir pas eu plus de temps pour la simulation:

- ◆ *Apprécié:* On ne voit pas passer le temps.
- ◆ *Déplu:* Il ne reste que trop peu de temps pour discuter les décisions en groupe, la démocratie en souffre un peu.
- ◆ *Déplu:* Le déroulement du temps était un peu trop rapide
- ◆ *Déplu:* Dans notre équipe, nous n'avons pas eu assez de temps pour la planification.
- ◆ *Déplu:* Temps imparti trop court pour cerner tous les paramètres.
- ◆ *Déplu:* On doit prendre des décisions trop rapidement (il faudrait pouvoir stopper le temps par exemple 2 minutes chaque fois qu'il y a un événement spécial).
- ◆ *Déplu:* Au début, on a la peine de comprendre. La simulation va trop vite.
- ◆ *Remarques:* Touche STOP pour pouvoir discuter un problème ou une erreur grave sans que le temps ne "file".
- ◆ *Remarques:* J'aimerais un autre fois rejouer un tel projet, mais cette fois avec plus de temps

Face à ces constatations, force est de reconnaître que le temps est manifestement trop juste. Et pourtant, il nous paraît essentiel de garder un certain stress, afin que le comportement sous stress puisse être mis en évidence. Nous avons donc décidé d'accroître petit à petit le temps attribué à la planification et à la simulation.

8.2.3. Expériences avec la version complète

Durant le mois de mars, nous avons utilisé la version complète du simulateur - c'est à dire celle qui intégrait la modélisation des 23 facteurs humains, l'ensemble des décisions qui ont fait l'objet du questionnaire N°2, ainsi que leurs effets sur les 23 facteurs. Cette version intégrait également la visualisation de 6 facteurs humains, sous forme de graphiques (alors que la version précédente ne contenait que la visualisation de la motivation).

Nous avons utilisé cette version lors de 2 séminaires, réunissant 28 personnes au total; un séminaire était intra-entreprise, l'autre inter-entreprise. Dans les lignes qui suivent, nous allons analyser les réactions des utilisateurs.

Utilisation de la composante explicative après la prise de décision

Après chaque prise de décision, les utilisateurs avaient la possibilité de demander un feed-back, un commentaire sur leur décision. Il est remarquable que tous les utilisateurs ont systématiquement demandé le feed-back. Toutefois, surtout dans les périodes de stress, le temps passé pour lire les feed-back était très court: les utilisateurs voulaient simplement s'assurer d'avoir pris la bonne décision. Si le commentaire débutait par les mots "Bonne décision!", ils ne lisaient même pas la suite du commentaire. La lecture des commentaires conduisait parfois - assez rarement - à des discussions au sein du groupe.

Par contre, la vue de l'effet des décisions sur les facteurs humains affichés graphiquement était la source de discussions intenses: un peu comme si les commentaires textuels après les décisions étaient considérés comme du "blabla", alors que les graphiques représentaient la "réalité", à laquelle il est plus facile de faire confiance. Nous voyons ici de nouveau la nécessité de visualiser autant que possible les facteurs modélisés [Rost 1993].

Quantité de facteurs humains visualisés

Dans la dernière version du simulateur, les utilisateurs pouvaient consulter - graphiquement - l'évolution des six facteurs humains suivants:

- ◆ Motivation
- ◆ Responsabilisation
- ◆ Communication
- ◆ Esprit d'équipe
- ◆ Relation équipe - chef de projet
- ◆ Relation avec l'organisation

Lors de l'utilisation du simulateur, nous avons constaté que les utilisateurs consultaient le plus souvent la motivation; les autres facteurs étaient consultés bien moins fréquemment, toujours de manière séquentielle, jamais individuellement (contrairement à la motivation, qui était souvent consultée pour elle-même). Nous retrouvons ici la prééminence de la motivation dans le modèle mental que les chefs de projet ont des facteurs humains; il serait intéressant de voir si une introduction théorique sur les autres facteurs humains, avant la simulation, conduirait à une meilleure prise en compte de ces facteurs au cours de la simulation.

Analyse des questionnaires fermés

L'analyse des questionnaires fermés montre, pour 6 questions sur 8, une "amélioration" des résultats - amélioration en ce sens que les résultats indiquent que le simulateur a été apprécié encore davantage. Pour construire la table qui suit, nous avons donné les valeurs 1, 2, 3 et 4 aux réponses du questionnaire de la page 182:

Question N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Moyenne pour la version 2.0	1.7	1.4	1.6	3.1	3.7	2.8	3.2	3.1
Moyenne pour la version 2.2	1.4	1.1	1.6	3.2	3.9	2.8	3.3	3.2

Figure 88: Résultats du questionnaire d'évaluation

Les plus grandes différences se trouvent dans les réponses aux questions 1 et 5:

1. L'utilisation générale du simulateur est ...		
	Version 2.0	Version 2.2
Très facile	37%	64%
Plutôt facile	57%	36%
Plutôt difficile/Difficile	6%	0%
5. La formation avec un simulateur est ...		
	Version 2.0	Version 2.2
Très intéressante	70%	89%
Assez intéressante	28%	11%
Parfois ennuyeuse/Ennuyeuse	2%	0%

Première constatation: l'utilisation du simulateur est devenue manifestement plus facile; nous avons remarqué que les utilisateurs n'hésitaient pas à utiliser la composante explicative passive (les "Frequent Asked Questions") dès qu'un point n'était pas clair.

L'introduction des nombreuses décisions supplémentaires et la visualisation de nombreux facteurs humains a rendu la simulation beaucoup plus intéressante, puisque ce sont presque 90% des utilisateurs qui jugent la simulation "très intéressante".

Le dépouillement des questionnaires ouverts montre que l'accroissement de la complexité du simulateur a été très bien perçu, comme en témoignent les remarques ci-dessous, extraites des réponses:

Ce que j'ai apprécié dans le simulateur:

- ♦ Le très grand nombre de paramètres considérés.
- ♦ Il arrive souvent que des programmes destinés à apprendre soit trop faciles à "berner"- ce que SimulTrain empêche avec maestro.

- ◆ Grand nombre d'événements intervenant durant la simulation.
- ◆ Je retiens que, indépendamment du réalisme des réactions, la quantité de choses apprises est très élevée.
- ◆ Très vivant, captivant!
- ◆ Renseignements sur l'état du projet très complets.
- ◆ Simulation de conditions réelles, peut-être exagérées, caricaturées, mais qui "marquent".

Dans les appréciations négatives, l'essentiel des remarques concerne le stress et le manque de temps. Nous avons certes accru le temps accordé à la simulation - mais l'augmentation du nombre de décisions à prendre a rendu cette augmentation quelque peu illusoire.

Ce qui m'a déplu dans le simulateur:

- ◆ Le temps passe un peu rapidement et rend difficile l'analyse des feed-back lors d'une prise de décision.
- ◆ La relation temps - décision. On ne perçoit pas toujours l'influence des décisions et le retour en arrière n'est pas faisable. Devrait être possible avec un simulateur.
- ◆ Stopper le temps lors des feed-back.
- ◆ Obtenir le pourquoi des dépassements de coûts par ex.

La dernière remarque nous a mis sur la piste d'une composante explicative simple en apparence: il faudrait que l'utilisateur puisse simplement cliquer sur une portion de graphique pour obtenir une explication sur la ou les causes du changement d'une valeur. La figure suivante montre comment une telle composante pourrait être réalisée:

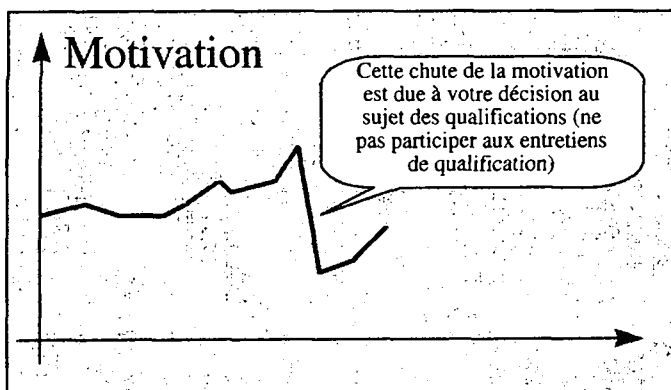


Figure 89: Composante explicative graphique

8.3. Bilan

8.3.1. Résumé des apports de ce travail

Les apports principaux de notre travail sont au nombre de quatre.

1. Tout d'abord, nous avons procédé à une étude empirique pour établir un inventaire des facteurs humains perçus, par les chefs de projet, comme étant déterminants pour le succès des projets. Cet inventaire, qui comprenait les facteurs positifs et les facteurs négatifs, englobait également les mesures permettant de favoriser les facteurs positifs, respectivement d'inhiber les facteurs négatifs. L'étude a été faite auprès de 100 chefs de projet.

2. Ensuite, nous avons procédé à une quantification relative des effets de ces mesures sur les différents facteurs humains; nous avons également quantifié l'effet de ces mesures sur le succès des projets. Cette quantification s'est faite au moyen d'une enquête auprès de 700 chefs de projet et membres d'équipe de projet. Les résultats de cette enquête ont permis d'établir des corrélations significatives entre certains facteurs humains et le succès des projets.

3. Sur la base de résultats précédents, nous avons construit un modèle incorporant les facteurs humains dans la gestion de projet, et intégrant les relations entre les mesures prises par le chef de projet et leur effet sur les facteurs humains. Ce modèle répondait à des impératifs pédagogiques, puisqu'il devait être intégré dans un simulateur de formation.

4. Enfin, la dernière étape a été la réalisation d'un simulateur de formation pour chef de projet, simulateur qui incorpore le modèle ci-dessus, et simule le déroulement de toutes les tâches du projet, tient compte des facteurs humains sur l'efficacité du travail, génère des événements, permet aux utilisateurs de prendre de nombreuses décisions qui affectent directement les facteurs humains. Le simulateur permet de visualiser les variables principales, y compris les facteurs humains.

8.3.2. Questions ouvertes

Notre recherche s'est limitée aux facteurs humains perçus comme tels par les chefs de projet. Or il est probable que d'autres facteurs humains, non cités par les chefs de projet, jouent un rôle pertinent. Nous pensons particulièrement à la culture d'entreprise ainsi qu'à la culture de projet dans l'entreprise. D'autres éléments du projet proprement dit, mais de nature plus technique, pourraient également influencer fortement les facteurs humains: nous pensons ici aux changements fréquents du cahier des charges.

Dans notre travail, nous avons simplifié fortement les effets de certaines actions sur les facteurs humains. Nous avons ignoré les effets non symétriques: par exemple payer les heures supplémentaires change peu de choses, ne pas les payer conduit à une très forte démotivation. Il est certain que quantité d'interactions obéissent à des lois non linéai-

res. Les effets d'hystérésis, que nous avons brièvement évoqués en page 124, sont certainement présents dans beaucoup de facteurs humains.

Nous avons également simplifié grandement le modèle en ne tenant compte des effets circulaires qu'au premier niveau: ici également, les questions ouvertes sont nombreuses.

Un dernier point concerne la quantification que nous avons faite sur la base des jugements subjectifs des chefs de projet et des membres des équipes. Des méthodes plus rigoureuses basées sur des tests étalonnés permettraient ici aussi d'obtenir des résultats bien plus exacts.

8.3.3. Perspectives de recherche sur les facteurs humains

Au niveau des facteurs humains dans les projets, le champ des investigations ouvertes est très large. Parmi les nombreuses voies possibles, trois nous paraissent particulièrement prometteuses.

La première consisterait à suivre des équipes de projet durant l'exécution des projets, et d'obtenir à chaud, sur le vif, l'appréciation des participants sur les facteurs humains tels qu'ils les perçoivent (ceci au moyen de questionnaires standardisés). En fin de projet, un questionnaire à remplir par les acteurs du projet permettrait d'évaluer le succès du projet (par exemple de *Project Implementation Profile* [Pinto 1988]). Cette manière de faire permettrait de mettre en évidence les corrélations entre les facteurs humains et le succès. Une telle recherche pourrait avoir le soutien de grandes entreprises: nombreuses sont en effet les entreprises qui cherchent des systèmes de mesures pour améliorer la qualité du travail effectué dans les projets.

Une autre piste de recherche consisterait à observer des équipes durant les séances de projet. Cette technique est aujourd'hui utilisée sous forme de coaching dans de nombreuses entreprises: un observateur muet assiste aux séances, puis fait part - après la séance - de ses remarques au chef de projet (ou également aux participants). Les expériences faites montrent qu'on obtient ainsi en relativement peu de temps une moisson d'informations sur le comportement des équipes - ces données permettraient de mieux cerner les facteurs humains pertinents.

Un champ de recherche important mérite d'être mentionné: il s'agirait de transposer, pour les équipes de projet, les résultats de la recherche menée sur les équipes en général, en introduisant les spécificités de la gestion de projet. Nous pensons ici notamment aux travaux de McGrath sur les interactions entre les individus, les tâches et les processus au sein du groupe [McGrath 1984].

8.3.4. Perspectives pour la simulation

La simulation pourrait être améliorée sous de nombreux aspects. La puissance de calcul accrue et les capacités multimédia qui se généralisent permettront des développements fascinants. Certaines pistes se dessinent déjà aujourd'hui:

Composante explicative plus évoluée

C'est ici qu'à notre avis l'évolution la plus significative devrait avoir lieu. On pourrait envisager par exemple que les utilisateurs puissent simplement cliquer sur une portion de graphique pour demander quelle action, quelle décision ou quel événement a conduit à telle ou telle évolution d'un des facteurs humains.

Une composante explicative plus sophistiquée pourrait également intervenir spontanément dès que la valeur de certaines variables s'écarte d'un domaine prédéfini, et donner des conseils pertinents pour ramener ces variables à leur valeur de consigne.

On pourrait envisager l'utilisation de systèmes experts et de techniques d'intelligence artificielle. Jusqu'ici, ces techniques n'a pas donné de résultats prometteurs en gestion de projet (voir à ce sujet [Hosley 1987], [Seiler 1993]). Toutefois, l'utilisation de techniques d'AI pourrait s'avérer féconde dans la composante explicative du simulateur.

Individualisation plus poussée

L'introduction de nouveaux facteurs humains et de filtres perceptifs devrait permettre de modéliser bien plus fidèlement les individus, avec leurs particularités, ainsi que les particularités des relations entre les personnes. Sans vouloir écrire des romans, on pourrait imaginer représenter certaines évolutions psychologiques des individus au sein de l'équipe. L'individualisation différenciée permettrait de nuancer la réaction de l'équipe face à une nouvelle situation, l'équipe ne réagissant plus de manière monolithique comme aujourd'hui. Ceci permettrait également de mieux représenter des conflits et leur évolution.

Messages vocaux, clips vidéo

Une bonne partie des messages envoyés par courrier électronique pourrait être soit synthétisée en ligne, ou mieux encore, préenregistrée: ceci permettrait d'ajouter une composante émotionnelle qui fait cruellement défaut dans la messagerie électronique.

Les situations de décision soumises aux utilisateurs pourraient être décrites au moyen de courtes séquences vidéo - ce qui accroîtrait considérablement l'effet d'immersion dans le projet.

8.3.5. Conclusions

En conclusion, nous aimerions faire quelques remarques sur ce travail et sur les perspectives sur lesquelles il débouche.

Tout d'abord, les deux buts que nous nous étions fixés ont été atteints: nous avons réussi à créer un modèle satisfaisant des facteurs humains, et nous avons intégré ce modèle dans un simulateur de formation qui a fait ses preuves dans la pratique.

Pour arriver à créer ce modèle, nous avons dû procéder à de nombreuses simplifications, négliger des aspects dont l'impact n'aurait pas été négligeable - nous pensons en particulier à une individualisation plus grande des acteurs de la simulation, ainsi qu'à une modélisation plus poussée des interactions entre les acteurs.

Une des grandes difficultés que nous avons rencontrées dans la quantification des facteurs humains réside dans le fait que les chefs de projet ne se sont jamais posé certaines questions - notamment sur les relations entre les facteurs humains et la productivité - ce qui rend l'étude de ces relations difficile et empêche une quantification sérieuse de certains paramètres.

Ces difficultés n'ont pas été rédhibitoires pour notre travail, car les impératifs de la formation ne sont pas très stricts: notre modèle ne devait pas être exact, il devait être plausible, afin que la formation soit réaliste et efficace. Et le chemin entre un modèle plausible et un modèle exact est encore immense.

Ce qui nous beaucoup frappé, lors de l'utilisation du simulateur, c'est la grande flexibilité de l'esprit humain: malgré les déficiences de notre modèle, malgré de nombreuses simplifications, les utilisateurs arrivaient à se plonger dans une réalité virtuelle, à faire comme si tout le projet était réel, à vivre cette simulation en situation d'immersion totale.

Belle consolation que de voir l'esprit humain lui-même pallier à notre incapacité de modéliser parfaitement les facteurs humains ...

9. Bibliographie

- Abdel-Hamid, T. [1991]: *Software Project Dynamics, An Integrated Approach*; Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1991.
- Abdel-Hamid, T. [1993]: *Software Project Control: An Experimental Investigation of Judgment with Fallible Information*, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 19, N°6, June 1993.
- Ackermann, W. [1963]: *Conduites intellectuelles et activité technique*; Bull. CERP 12, (1), pp.1-16.
- Adams John, R., & Barndt, Stephen E. [1988]: *Behavioral Implications of the project Life Cycle*; *Handbook of Project Management*, Editors Cleland, D. and King, W., Van Nostrand.
- AFITEP [1991]: *Le management de projet, principes et pratique*; AFNOR, Paris.
- Allen, T. & Katz, R. & Grade, J [1988]: *Project Team Aging And Performance: The Roles Of Project And Functional Managers*; *R & D Management*, Vol. 18 No. 4, 1988, pp. 295-308.
- Alessi, S. [1991]: *Computer Based Instruction, Methods and Development*.
- Anderson, Stuart D. [1991]: *Project Quality and Project managers*; PMI Seminar/Symposium 1991, pp. 509-515.
- Aram,J., Morgan, C. [1976]: *The Role Of Project Team Collaboration In R&D Performance*; *Management Science*, Volume XXII, June 1976, pp. 1127-1137.
- Argyris, C. [1991]: *Teaching Smart People How to Learn*; *Harvard Business Review*, May-June 1991.
- Baker, B.N, et Wilemon, D.L. [1988]: *Some Major Research Findings Regarding The Human Element In Project Management*; in: Cleland, D. I. et King, W.R. *Project Management Handbook USA*; 1988, pp. 847 ff.
- Baker, N. & Murphy, D. & Fisher [1988]: *Factors Affecting Project Success*; Editors Cleland, D. and King, W., Van Nostrand Reinhold, New York, 1988, pp. 902-919.
- Balachandra, R. & Raelin, J. [1984]: *When To Kill That R & D Project*. *Research Management*; July-August 1984, pp. 30-33.
- Barnd [1981]: *Upward Communication Filtering in the Project management Environment*; *project management Quarterly*, No 1, Mars 1981, pp. 39-43.
- Barnes, N. and Wearne, S. [1993]: *The Future Of Project Management*; *International Journal Of Project Management*, August 1993, pp. 135-141.

- Bassette, Fredrick J., Collins, Paul M., Dameron, Michael C. & Parker Ralph E. [1990]: Periodic Measurement of a Project Manager's Effectiveness: Behavioral Expectations in Performance; Project Management Institute, Seminar/Symposium, Calgary Alberta, October 1990, pp. 801-806.
- Bauhaus, R. [1995]: Cultural Communication on Global Project Teams; Project Management Institute, Seminar/Symposium, 1995, pp. 432-440.
- Bergmann, A. [1987]: Les femmes au travail: l'immobilisme dans le changement?, Bulletin HEC, Lausanne, Janvier - Février 1987.
- Bergmann, A., Rojot, J. [1989]: Comportement et organisation, Vuibert Gestion, Paris, 1989.
- Bergmann, A. [1994]: The Swiss Way of Management, Editions ESKA 1994.
- Blankevoort [1982]: Project Management And Management Of Creativity; Project management Tools and Visions, Internet 1982, pp. 141-147.
- Bohlen, G. A. [1995]: Project Managers Influence Activities: The Reasons and Strategies; Project Management Institute, Seminar/Symposium, 1995, pp.490-499.
- Böhm, B.W., Ross R. [1989]: Theory W Software Project management: Principles and Examples; IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 15, No 7, July 1989, pp. 902 - 916.
- Borcherding J. D. [1989]: Applying Behavioral Research Findings on Construction Projects; A Decade of Project Management, John R. Adams and Nicki S. Kirchof, eds. (Drexel Hill, Pa: Project Management Institute).
- Bowe, R. F. [1996]: Achieving Enterprise Project Control; Project Management Network, February 1996, pp. 31-36.
- Brady, J. T. [1986]: A Theory of Productivity in the Creative Process; IEEE Transactions on Software Engineering, May 1986, pp. 25-35.
- Branch K.J. [1982]: Motivation and Matrix Management; Proc. 1982 Project Management Institute Sem./Symp. Toronto (1982) pp. III-L.2.
- Briner, W., Geddes, M., Hastings, C. [1993]: Le manager de projet: un leader; AFNOR Gestion, Paris, 1993.
- Brod, E. C. [1991]: Quality management and the empowered Project manager - Setting the requirements for Success; PMI Seminar/Symposium 1991, pp.376-381.
- Brooks, F. [1982]: The Mythical Man-Month, Essays on Software Engineering, Addison-Wesley 1982.
- Brunner, K. [1990]: Teamware: Supporting the Project-Driven, Enterprise of the Future; Project Management Institute, Seminar/Symposium, Calgary Alberta, October 1990, pp.756-768.

-
- Byham, R. [1991]: *Empowered Teams*; Jossey Bass Inc., Publishers, San Francisco, 1991
- Cabano, L. J. [1990]: "Dynamic Simulation Headed into the Project Management Classroom"; Project Management Institute, Seminar/Symposium, Calgary Alberta, October 1990, pp. 658-661.
- Carling, Eva [1993]: *Performance, Mental Models and Background Knowledge in Mastering Dynamic System.*; Proceedings of the Fifth International Conference (HCI International 93) Orlando, Florida, August 8-13, 1993 vol. 1, pp. 599-604. ELSEVIER 1993.
- Caupin, G. [1991]: *Project Management and Information Systems: Modern Tools and Organizational Interfaces; Promoting and Managing Projects without failures*, Proceeding Internet Conference 1991, Zürich., pp. 269-287.
- Cleland, D. I. [1988]: *Project Management Handbook*; Van Nostrand Reinhold, NewYork 1988.
- Couillard, J. [1995]: *The Role of Project Risk in Determining Project Management Approach*; Project Management Journal, December 1995.
- Crampes, M: [1987]: *Le transfert d'expériences en conduite de projet informatique: jeu d'aventure et intelligence artificielle: Congrès EAO 87, Cap d'Agde*, pp.219 - 234.
- Culp, G., Smith, A. [1992] *Managing People (Including Yourself) for Project Success*; Van Nostrand Reinhold, NewYork.
- Dailey [1978]: *Role of Team and Task Characteristics in R&D Team Collaborative Problem Solving and Productivity*; Management Science,24,ppp1579-1588,Nov. 1978.
- Davis, J.G. [1994]: *The Accidental Profession*; PMNetwork, September 1994, pp.47.
- Davis, PP. K. [1986]: *Applying Artificial intelligence Techniques to Strategic-level Gaming and Simulation; Modeling and Simulation Methodology in the Artificial Intelligence Era*, Elsevier, 1986.
- De Jong, T. & Sarti, L. [1994]: *Design and Production of Multimedia and Simulation-based Learning Material*; Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 1994.
- DeMarco, T., Lister, T. [1994]: *Les hommes de l'ordinateur*, Masson, Paris, 1991.
- Deming, W. [1993]: *The New Economics*; MIT Center for Advanced Engineering Study, Cambridge, MA, 1993.
- Desmarais, R. A. [1982]: *Human factors in the Project Productivity Formula*; Project Management Tools and Visions, Internet 1982. pp. 295-308.
- Diaz-Illaraza,I. [1991]: *Specification and Design of an Intelligent Training Tutor*; Proceedings International Conference on Computer Aided Learning in Science and Engineering, Lausanne, 1991, pp.241-248.

-
- Dill D. D. and Pearson, A.W. [1984]: The Effectiveness Of Project Managers: Implications of a political model of influence; *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. EM-31, Aug. 84, pp.138-146.
- Dingle, J. [1990]: Continuing Education; *Project Management*, Vol. 8 No 1 Feb 1990, pp. 39-44.
- Dinsmore, C. P. [1990]: *Human Factors in Project Management*; American Management Association, revised edition, 1990.
- Dörner, D. D. [1979]: *Problemlösen als Informationsverarbeitung*, Verlag Kohlhammer, Berlin.
- Dworatschek [1982]: *Personnel Development In Project Management*; *Project management Tools and Visions*, Internet 1982, pp. 343-355.
- Elmes, M. and Wilemon [1986]: *Organizational Culture and Project Leader Effectiveness*; *PMI Seminar/Symposium 1986*, pp.369-379.
- Finkel, L. [1985]: *Hot To Develop in-house Capabilities To Train Project Manager: The Allen-Bradley Experience*; *Project management: Methods and Studies*. Burton V. Dean, Elsevir, 1985.
- Fitzsimons [1990]: *Matching Responsibilities and Functions: A New Project Management Organization*; *Project Management Institute, Seminar/Symposium*, Calgary Alberta, October 1990, pp.302-305.
- Forrester, Jay W. [1961]: *Industrial Dynamics*; The M.I.T. Press and John Wiley & Sons, Inc., New York, 1961.
- Forrester, Jay W. [1971]: *Counterintuitive Behavior of Social Systems*; *Technology Review*, January, 1971, pp.53-68.
- Funke, J. [1988]: *Using Simulation to Study Complex Problem Solving*; *Simulation and Games*, Vol. 19, N° 3, September 1988, pp.277-303.
- Furaus, J. P. & Shirley, C.G. [1988]: *Management by the Manager, Decisions by the Team: Leadership Style for the Future, or Just a Hopeless Muddle ?*; *Project Management Institute Seminar/Symposium*, San Francisco, California - September 17-21, 1988, pp. 1-7.
- Gabriel E. [1991]: *Teamwork - Fact and Fiction*; *Promoting and Managing Projects without failures*, *Proceeding Internet Conference*.
- Gareis, R. [1992]: *Management by Projects: Spezifische Strategien, Strukturen und Kulturen projektorientierter Unternehmen*; in: *Projektmanagement-Forum 1992*, GPM, Mannheim, 1992.
- Garnier, P., Sciberras, G. [1992]: *Teaching Project Management, the French Position*; *Proceedings of the INTERNET Congress*, Florence, 1992, pp. 523 - 529.

-
- Gemmill, G. et Thamhain, H.J. [1974]: Influence Style of Project Managers: Some Project Performance Correlates; *Academy of Management Journal*, June 1974, pp. 216 - 224.
- Gemünden, H.G. [1990]: Erfolgsfaktoren des Projektmanagements - eine kritische Bestandsaufnahme der empirischen Untersuchungen; *Projekt Management* 1&2, 1990.
- Gerstenfeld, A [1976]: A Study of Successful Projects, Unsuccessful Projects, and Projects in Process; *IEEE Transactions On Engineering Management*, Vol. EM-23 No. 3, Aug 1976, pp. 116.
- Giard, V. [1991]: *Gestion de projets*, Éditions Economica, Paris, 1991.
- Goldsmith, T.W. [1986]: Planning and Measuring Successful Project Team Performance; *PMI Seminar/Symposium* 1986, pp.380-387.
- Graham, R.J. [1985]: The Role of Network Techniques in Team Building for Project Management; *Project Management: Methods and Studies*, Dean, B. V. ed. North Holland, New-York, 1985, pp163 - 171.
- Graham, R.J. [1989]: *Project Management as if People Mattered*; Primavera Press, 1989.
- Graham, R.J. [1989]: The developing Behavioral Emphasis in Project Management; *Proc. 1989 Project Management Institute Sem./Symp. Atlanta, Georgia, USA (1989)*, pp. 648-651.
- Grunder, David Russel [1994]: Project Leadership and Learning; *PMNETwork*, October 1994, pp. 35 -38.
- Grant, K. P. [1991]: Tailor your Team Building Strategy; *PMI Seminar/Symposium* 1991, pp. 68-73.
- Grützmacher, A. [1995]: Si-Mentor, a Tool for Simulation and Concurrent Engineering, *ILCE 1995*, Paris, pp. 79-88.
- Hacker, W. [1979]: Beschaffenheit und Wirkungsweise mentaler Repräsentationen in der Handlungsregulation, *Zeitschrift für Psychologie*, Band 187, 1979, pp.141-156.
- Harrison, F.L [1987]: *Motivating the Participants*; *Project Management Handbook*, Ed. Dennis Lock, Gower Technical Press, 1987, pp. 529-560.
- Heider, F. [1958]: *The Psychology of Interpersonal Relations*; Wiley, 1958.
- Herbsman, Z and Ellis R D [1988]: Project management training using computer simulation; *Proc. 1988 Project Management Institute Sem./Symp. San Francisco, CA, USA (1988)*.
- Herbsman, Z. [1986]: Project Management Training using Microcomputers; *Journal of Management and Engineering*, ASCE, Vol. 2, No.3, July 1986.

-
- Hill, R. E., & Somers T. [1988]: Project Teams and the Human Group; Handbook of Project Management, Editors Cleland, D. and King, W., Van Nostrand Reinhold, New York, 1988, pp. 772-801.
- Hosley, W N [1989]: Use of artificial intelligence/expert systems as a training medium; Proc. 1989 Project Management Institute Sem./Symp. Atlanta, Georgia, USA (1989), pp. 639-642.
- Hosley, W.N. [1987]: The Application of Artificial Intelligence Software to Project Management; Project Management Journal, August 1987, pp.73-75.
- House, R. S. [1988] The Human Side of Project Management: Addison-Wesley 1988.
- Igalens, J., Penan, H. [1993]: La structure des connaissances en gestion des ressources humaines; Revue de gestion des ressources humaines, N° 7, Mai 1993, pp. 13-31.
- Internet [1990]: Project Managers and their Teams: Selection, Education, Careers.; Proceedings of the 14th International Expert Seminar, March 15-17, 1990.
- Ivancevitch [1979]: An Analysis of Participation in Decision Making among Project Engineers; Academy of Management Journal, June 1979, pp. 253 - 269.
- Iyer, A., and Thomason, D. [1991]: An empirical Investigation of the use of content analysis to define the variables most prevalent in project Success and Failure; PMI Seminar/Symposium 1991, pp. 522-527.
- Joly, M., Le Bissonais, J. [1993] Maîtrisez le coûts de vos projets, Manuel de coûté-nance; AFNOR, Paris 1993.
- Johns, T.G [1995]: Managing the Behavior of people working in teams; International Journal of Project Management, Vol. 13. N° 1, pp.33-38.
- Joolingen, T.G [1995]: Design and Implementation of simulation-based discovery environments; in: Artificial Intelligence in Education, AACE, Washington, 1995.
- Jong, T.G [1995]: Design and Production of Multimedia and Simulation-based Learning Material; Kluwer Academic Publishers, 1994.
- Katz, R and Tushman [1979]: Communication patterns, project performance and task characteristics; Organizat. Behavior & Human Perform. Vol. 23 No 2 (1979) pp. 139-162.
- Katzenbach, J., Douglas, K. [1993]: The Wisdom of Teams; Harvard Business School Press, Boston, MA. 1993.
- Ketszbom, D.S. [1992]: Bringing order to Chaos: an investigation of the sources of conflicts in the 90's; Proceedings, vol. 1, Internet World Congress in Florence, 1992, pp. 757 - 768.

-
- Kezsbom, D.S. [1990]: Building a Project Team through the Integrated Planning Process; Project Management Institute, Seminar/Symposium, Calgary Alberta, October 1990, pp. 635-639.
- Kharbanda, O. P. [1983]: How to Learn from Project Disasters; Gower 1983. (ETHICS 947305).
- Kharbanda, O. P. [1992]: Lessons from Project Disasters; Industrial Management & Data Systems, No 3, 1992.
- Kirkpatrick, D. L. [1959]: Techniques for evaluating training programs. Journal of ASTD, 1959, N° 11, pp. 3-9.
- Kliem L. K. and Ludin S. I. [1992]: The people Side of Project Management; Gower Publishing Company Limited, England, 1992.
- Knutson, J [1989]: New Vistas in Project Management Training; Proc. 1989 Project Management Institute Sem./Symp. Atlanta, Georgia, USA (1989) .
- Kostner, J. [1993]: 3-D Leadership: the key to inspired performance; project management-Network, August 1993, pp. 50-52.
- Kunz, H.U. [1991]: Spitzenleistung im Team: Verlag Industrielle Organisation, Zürich 1991.
- Lardera, S. et Sallier, D. [1992]: Un Simulateur de projets informatiques comme outil de formation; Proceeding Convention1992 AFITEP, pp. 277-285.
- Lawler, E. E. [1970]: Job Attitudes And Employee Motivation: Theory, Research And Practice; Pers. Psychol 23, 1970, pp. 223-237.
- Lechler, T. [1992]: Einflussfaktoren des Projekterfolges - Bericht aus einem laufenden Projekt; in: Projektmanagement-Forum 1992, GPM, Mannheim, 1992.
- Leclerc, P. [1992]: Quel management des hommes pour les organisations par projets?; Proceeding Convention1992 AFITEP, pp. 260-276.
- Lefebvre, C. [1993]: Concevoir et conduire un projet de changement; Les Presses du Management, Paris, 1993.
- Leicher, R. [1994]: Was bringen Seminarbesuche?; IO Management Zeitschrift 63, 1994, p42-43.
- Lewis, J. P. [1993]: How to Build and Manage a Winning Project Team; American Management Association, New York.
- Lomnitz, G. [1990]: Kommunikation und Information als zentrales Nervensystem des Projektarbeit; In: Handbuch Projektmanagement, Band 2, Verlag TÜV Rheinland, pp. 909-942.
- Lomnitz, G. [1992]: Umgang mit Macht und Konflikten in der Projektarbeit; in: Projektmanagement-Forum 1992, GPM, Mannheim, 1992, pp. 278-288.

-
- Loo, Robert [1990]: One-Day Project Management Training: Is It Possible ?; Project Management Institute, Seminar/Symposium, Calgary Alberta, October 1990, pp. 568-574.
- Lovell, R.J. [1993]: Power And The Project Manager; International Journal of Project management, Vol. 11 No 2, May 1993, pp. 73-78.
- Lush W. G. N. et Blanksma, P. G. [1995]: Using Simulation Games in Training Project Teams, PMNetwork, January 1995, pp. 11-15.
- Marciniak, R. [1992]: La Gestion des situations conflictuelles dans les projets; La Cible No 44, Septembre 1992, pp19-22.
- Mandl, C. [1977]: Simulationstechnik und Simulationsmodelle in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, Springer Verlag, 1977
- Martin Dean, M. & Wysocki, Jay [1990]: Selecting a Leadership Style for Project Team Success; Project Management Institute, Seminar/Symposium, Calgary Alberta, October 1990, pp.748-752.
- McCauley, M. [1993]: Developing an Project-Driven Organization; PM Network, September 1993.
- McGrath, J. [1984]: Groups and Human Behavior; in: Groups: Interaction and Performance, Englewood Cliffs, 1984.
- McLaurin, J. R. [1995]: An Empirical Study of Communication Skills of Project Managers; Project Management Institute, Seminar/Symposium, 1995, pp.513-523.
- Mears, Peter [1994]: Team Building: A Structured Learning Approach; St. Lucie Press, 1994.
- Melanson C. [1993]: The human Side of project management; Project management Network, March 1993.
- Meyer, H. [1987]: Tätigkeitsanalyse von Projektführungspersonal; Beiträge zur GPM-Jahrestagung 1987, München, 1987.
- Might, R.J. & Fisher, W. A. [1985]: The Role of Structural Factors in Determining Project Management Success.; IEEE Transactions Engineering Management, Vol. EM-32 No. 2, May 1985, pp. 71-77.
- Miller, Thomas E [1988]: Teamwork - Key to managing Change; Handbook of Project Management, Editors Cleland, D. and King, W., Van Nostrand Reinhold, New York, 1988, pp. 803-821.
- Mintzberg, H. [1976]: Planning on the left side and managing on the right.; Harvard Business Review, Vol. 54, No 4 (1976), pp. 49 - 58.
- Morris P W G and Hough G H [19886]: Preconditions of success & failure in major projects; Major Projects Association Technical Paper No 3, Oxford, UK (1986).

-
- Morris, P.W.G.. [1988]: Managing Project Interfaces - key points for project success; Project Management Handbook, D. I. Cleland et W. R. King, Eds. New-York, Van Nostrand.
- Muller, J. L. [1995]: De la gestion technique au management par projets; Actes du VI^e Symposium International en Management de Projets, Lille, 1995.
- Munns, A. K. [1995]: Potential Influence Of Trust On The Successful Completion Of A Project; International Journal of Project Management, Vol. 13. N° 1, pp.33-38. [Muller 1995].
- Murdick, R., Schuster, F. [1976]: Managing Human Resources in Project Management; Project management Quarterly, June 1976, pp. 21-25.
- Nadler, Hackman, Lawler [1979]: Managing Organizational Behavior; Ed. Little, Brown & Company, 1979.
- Nagel, Kurt [1985]: Das Unternehmungsspiel: Betriebswirtschaftliches Entscheidungsraiting; R. Oldenburg Verlag München Wien 1985.
- Nyh, Lennart & Ebenfelt, Hans [1988]: MEKAB - A Game for Project Management Training; Project Management Institute Seminar/Symposium, San Francisco, California - September 17-21, 1988, pp. 587-593.
- Owens, S. D. [1982]: Project Management and Behavioral Research Revisited; Proc. 1982 Project Management Institute Sem./Symp. Toronto (1982) pp. II-F.1.
- Owens, Stephen D. & Martin, Dean [1990]: Project Team Connections Between Job Satisfaction and Productivity; Project Management Institute, Seminar/Symposium, Calgary Alberta, October 1990, pp. 238-243.
- Passalacqua U. [1991]: Computer Aided Project Management; Promoting and Managing Projects without failures, Proceeding Internet Conference 1991, Zürich., pp. 287-293.
- Pettersen, N. [1991]: What Do We Know About The Effective Project Manager ?; International Journal of Project management, May 1991, pp. 99-104.
- Phoenix, W. H. [1986]: The Role of Simulation Techniques in Project Management Training; PMI Seminar/Symposium 1986, pp. 404-411.
- Pidd, M. [1992]: Computer Simulation in Management Science, Wiley, 1992.
- Pinto, J. [1986]: Thesis: Project Implementation A Determination Of Its Critical Success Factors, Moderators, And Their Relative Importance Across The Project Life Cycle.; PhD Thesis, University of Pittsburgh, 1986.
- Pinto, J.K. & Slevin, D. P. [1987]: Critical Factors in Successful Project Implementation.; IEEE Transactions On Engineering Management Vol. EM-34 N. 1, Feb 1987, pp. 22-27.
- Pinto, J.K. & Slevin, D. P. [1987]: Balancing Strategy and Tactics in Project Implementation; Sloan Management Review Vol. 29, Feb 1987, pp. 33-41.

-
- Pinto, J.K. & Slevin, D. P. [1988]: Leadership, Motivation, and the Project Manager; Handbook of Project Management, Editors Cleland, D. and King, W., Van Nostrand R.
- Pinto, J.K. & Slevin, D. P. [1988]: Project Success: Definitions and Measurement Techniques; Project Management Journal Vol. 14 No. 1, Feb 1988, pp. 67-72.
- Pinto, J.K. [1995]: Project Management and Conflict Resolution, Project Management Journal, December 1995, pp.45-54.
- Ploughman, TL & Assenzo, JR [1990]: Appraisal of Project Manager Performance in a Pharmaceutical R&D Organization; Project Management Institute, Seminar/Symposium, Calgary Alberta, October 1990, pp. 287-290.
- Pohani, B. P. & Brod E. C. [1989]: Management and Formation of Project Teams Within a Strategic Alliance; Project Management Institute Seminar/Symposium, Atlanta, Georgia, October 7-11, 1989, pp. 158-163.
- Ramage, J [1987]: Use Of Interactive Seminars In Project Management Training Programs; Proc. 1987 Project Management Institute Sem./Symp. Milwaukee, Wisconsin, USA.
- Rätz, T. [1991]: An Intelligent Tutoring System for Database Normalization; Proceedings International Conference on Computer Aided Learning in Science and Engineering, Lausanne, 1991, pp.193-200.
- Reeser, C. [1968]: Some Potential Human Problems Of The Project Form Of Organization; Academic Management Journal, Dec. 1968, pp.459-467.
- Rosenfeld, Y. [1995]: Quality Circles in temporary organizations, lessons from construction projects; International Journal of Project Management 1991, Vol. 9. N° 1, pp. 21-28.
- Rost, J., Strauss, B. [1993]: Zur Wechselwirkung von Informationsdarbietung und mentalem Modell beim Umgang mit einem komplexen Problem: Sprache und Kognition, 12, 1993, Heft 2, pp. 73-82.
- Rouse, W.B, et Cannon-Bowers, [1992]: The role of Mental Models in Team Performance in Complex Systems; IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, November 1992, pp. 1296-1308.
- Rubenstein, A. H, & Ginn, M. E. [1985]: Project Management At Significant Interfaces In The R&D Innovation Process; in: Project management: Methods and Studies, Burton v. Dean ed. North Holland, New York 1985, pp. 173-199.
- Russell, June R. [1989]: Socialization, Group Development and Project Teams: Setting the Stage for Project Success; Project Management Institute Seminar/Symposium, Atlanta, Georgia, October 7-11, 1989, pp.. 152-157.
- Sargent, R. [1984]: Simulation Model Validation; in: Simulation and model-Based Methodologies, an Integrative View. Edited by T. I. Ören, B. P.

-
- Ziegler, M. S. Elzas, NATO ASI Series, Serie F, Volume 10, Springer Verlag 1984.
- Sasse, C. [1992]: Management by programs: A New Focus; Proceedings Internet World Congress, Florence 1992, pp. 401 - 412.
- Sauter, R. & Weydert, J. [1985]: Die Entwicklung einer Mensch Maschine Schnittstelle und ihr Einfluss auf das Benutzermodell. In H. G. Kloplic, R. Marty & E. H. Rothauser (Hrsg.), Arbeitsplatzrechner in der Unternehmung (248-266). Stuttgart: Teubner.
- Sauter, R. [1987]:. Do People Really Use On-line Assistance? Proceedings of the 2nd IFIP Conference on Human-Computer Interaction, Stuttgart 1987.
- Schelle, H., & Wimmer, K. [1991]: Cooperation Systems in Project Management; Promoting and Managing Projects without failures, Proceeding Internet Conference 1991, Zürich., pp. 295-302.
- Schlehofer, U, et Ditt, W. [1988]: A Project Management Support Tool based on Feedback Loop Technique; IFAC Experience with the Management of Software Projects, Sarajevo, 1988.
- Schlick, J D [1988]: Developing Project Management Skills; Training & Develop. J. Vol. 42 No 5 (1988).
- Schneider K. [1994]: Ausführbare Modelle der Software-Entwicklung; Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- Seiler [1993]: Expertensysteme in Projekt Management; Handbuch Projekt Management, Reschke, Schelle, Schnopp. Verlag TÜV Rheinland.
- Selin, George T. [1989]: Organizational Support: Building a Framework for Project Success; Project Management Institute Seminar/Symposium, Atlanta, Georgia, October 7-11, 1989, pp.. 217-221.
- Selman, Cynthia W. [1991]: Front Loading Projects To Ensure Quality Results: The Team Alignment Process; PMI Seminar/Symposium 1991, pp. 399-405.
- Shapira, A. [1994]: Anatomy Of Decision Making In Project Planning Teams, International Journal of Project Management, 1994, Vol. 12, N°3.
- Shirley, C.G. [1988]: Dimensions of Project Team Education: Past Lessons, Future Directions; Project Management Institute Seminar/Symposium, San Francisco, California - September 17-21, 1988, pp. 418-424.
- Silverman, B. G. [1985]: A Behavioral Approach To Multigoal Decision Making And Its Implications For Use In Project Appraisal; Project Management: Methods and Studies, Dean, B.V. ed. North Holland, New-York, 1985, pp.141-161.

-
- Singh, Amarjit & Ebeling, Kenneth [1994]: Construction Process Simulation Using a Standardized Configuration and Model; *Project Management Journal*, December 1994, Vol. XXV, N° 4, pp..45-52.
- Slevin, D. & Pinto, J. [1988]: Critical Success Factors in Effective Project Implementation.; *Handbook of Project Management*, Editors Cleland, D. and King, W., Van Nostrand R.
- Slevin, D. & Pinto, J [1987]: Balancing Strategy and Tactics in Project Implementation; *Sloan Management Review* Vol. 29, Feb 1987, S. 33-41.
- Smith, M: L. [1995]: Want to Improve Morale? Pay Attention du Goals, Measurements and Feedback, *Project Management Journal*, June 1995, pp. 3-12.
- Sommerville, J. & Langford, V. [1994]: Mutivariate Influences on the People Side of Projects: Stress and Conflict; *International Journal of Project Management* 1994, volume 12, N° 2, pp.. 234-243.
- Speelman, Craig P., Boase-Jelinek, Daniel & Kirsner, Kim [1993]: The Role of Mental Models in Complex Dynamic Environments.; *Proceedings of the Fifth International Conference (HCI International 93)* Orlando, Florida, August 8-13, 1993 vol. 1, pp.. 593-599. ELSEVIER 1993.
- Stachowiak, H. [1973]: *Allgemeine Modelltheorie*; Springer Verlag, Wien NewYork.
- Stickney, F A and Johnston, W [1980]: Communication: the key to integration; *Proc. 12th Project Management Institute Sem./Symp.* Phoenix, USA (1980).
- Stickney, F. A. and Johnston, W. R. [1977]: Identification And Development Of Individuals for Project Management Positions; *Proc. 9th Project Management Institute Sem./Symp.* Phoenix, USA (1977), pp. 416-42.
- Stokes, Ian [1993]: Les Simulateurs et les Jeux pédagogiques en gestion de projet; *Proceeding Convention1993 AFITEP*, pp. 287-199.
- Storeygard, R. [1995]: Growing the Professional Project Leader; *Project Management Institute, Seminar/Symposium*, 1995, pp.543-549.
- Strohmeier [1992]: Development Of Interpersonal Skills For Senior Project Manager; *International Journal of Project management*, Feb. 1992, pp. 45-48.
- Stuckenbruck, L. C. [1988]: Integration: The Essential Function of Project Management; *Handbook of Project Management*, Editors Cleland, D. and King, W., Van Nostrand Reinhold, New York, 1988, pp. 56-81.
- Stuckenbruck, L. C. [1989]: The Matrix Organization; *A Decade of Project Management*, John R. Adams and Nicki S. Kirchof, eds. (Drexel Hill, Pa: Project Management Institute), pp.. 157-169.
- Suda, L. V. [1992]: Computer-based Simulations - A Model for Successful Project Management Training; *PMI Seminar/Symposium 1992*, pp.410-414.
- Suda, L. V. [1993]: Developing Project Management Skills: A Case for Simulations; *PM Network*, October 1993. Terranova

-
- Terranova, M. [1991]: Individual and Team Communication in a Dynamic Task; Proceedings of the Human Factors Society, 35th annual meeting, 1991, pp.954-958..
- Thamhain, H. J. [1991]: Developing Project Management Skills; Project Management Journal, 1991 (3), pp.. 39-44.
- Thamhain, H. J. [1975]: Conflict Management in Project Life Cycle; Sloan Management Review, Spring, 1975, pp. 31-50.
- Thamhain, H. J. [1988]: Team Building in Project Management; Handbook of Project Management, Editors Cleland, D. and King, W., Van Nostrand Reinhold, New York, 1988, pp. 823-845.
- Thamhain, H., Wilemon, D. [1977]: Leadership Effectiveness in Program Management; Project management Quarterly, Volume VIII, June 1977, pp. 25-31.
- Thiriez, H. [1995]: Jeux, Cultures et Stratégies; Éditions d'Organisation, 1995.
- Tippett, D. D. et Peters, J. F. [1995]: Team Building and Project Management: How Are We Doing; Project Management Journal, December 1995.
- Tuman, J. [1986]: Success Modeling: a Technique for Building a Winning Project Team; Project Management Institute Seminar/Symposium, 1986, pp. 94-108.
- Turner, J. and Cochrane, R. [1993]: Goals-And-Methods Matrix: Coping With Projects With Ill Defined Goals and/or Methods Of Achieving Them; International Journal of Project management, Vol. 11 No 2, May 1993, pp. 93-101.
- Turns, J. [1995]: A Collaborative Multimedia Design Learning Simulator; in: Educational Multimedia and Hypermedia, 1995, pp. 654-659.
- Unsel, S. D. [1988]: Wissensbasierte Simulation einer Organisation; Informatik Dissertation ETH Zürich Nr.5, Verlag der Fachvereine, Zürich 1988.
- v. Rosenstiel, L. [1975]: Die motivationalen Grundlagen des Verhaltens in Organisationen, Leistung und Zufriedenheit; Duncker & Humboldt, Berlin, 1975.
- Vazsonyi, A. [1970]: L'histoire de la grandeur et de la décadence de la méthode PERT; Management Science, vol. 16, pp.B449-B455, Apr. 1970.
- Weil, David E. [1994]: How To Get the Most Out of Your PM Training; PMNetwork, October 1994, pp.. 52-54.
- Whitaker, K. [1994]: Managing Software Maniacs: Finding, Managing and Rewarding a Winning Development Team.; John Wiley & Sons, Inc. New York, 1994.

-
- Wilemon, D.L. [1971]: Project Management Conflict: A view from Apollo; Proceeding of the Third Annual Symposium of the PMI, Houston, Texas, October 1971.
- Williamson, M. [1994]: High-Tech Training, Byte, December 1994.
- Wirth, I. [1992]: Project-Management Education: Current Issues And Future Trends; International Journal Of Project Management, Feb. 1992, pp. 49-54.
- Wirth, I. [1990₁]: Program Design In Project Management Education: A Road Map; PM-Network Vol. IV No 3 (1990) pp. 39-41.
- Wirth, I. [1990₂]: Panel Discussion: Project Management Education for the Year 2000; Project Management Institute, Seminar/Symposium, Calgary Alberta, October 1990, pp. 612-615.
- Wolter, Olaf & Karauç, Mehmet [1994]: Wie lassen sich die Erträge von Weiterbildungs-Investitionen bestimmen ?; IO Management Zeitschrift 63,1994, pp. 44-47.
- Worley, C., and Teplitz, C. [1993]: The Use of "Expert" Power as an Emerging Influence Style within Successful US Matrix Organizations; Project Management Journal, March 1993, pp. 31-35.
- Yeo, K.T. [1993]: Systems Thinking and Project Management - Time to Reunite; International Journal of Project management, Vol. 11 N° 2, 1993.
- Yourzak, P. E. [1986]: Measuring Successful Motivators; PMI Seminar/Symposium 1986, pp. 412-418.
- Yourzak, P. E. [1987]: Leading People to Project Goals; Project Management Institute Seminar/Symposium, Milwaukee, 1987, pp. 272 - 283.
- Yufik, Yan M. & Sheridan, Thomas B. [1993]: A Framework for Measuring Cognitive Complexity of the Human-Machine Interface; Proceedings of the Fifth International Conference of Human-Computer Interaction, (HCI International 93) Orlando, Florida, August 8-13,1993, vol. 1 pp. 587-593. ELSEVIER 1993.
- Zeigler, B. [1984]: Multifaceted Modeling Methodology: Grappling with the Irreducible Complexity of Systems; Behavioral Science, Volume 29, 1984, pp. 169-178.
- Zuris, Peter M. [1989]: Project Leadership: Should It Be Changing ?; Project Management Institute Seminar/Symposium, Atlanta, Georgia, October 7-11, 1989, pp. 232-237.

10. Annexes

Les annexes contiennent les documents suivants:

Annexe 1: Abréviations utilisées	210
Annexe 2: Liste des entreprises contactées pour le questionnaire N°1	211
Annexe 3: Lettre aux chefs du personnel pour le questionnaire N°1	213
Annexe 4: Formulaire pour les chefs du personnel	214
Annexe 5: Lettre aux chefs de projet pour le questionnaire N°1	215
Annexe 6: Rappel aux chefs de projet pour le questionnaire N°1	216
Annexe 7: Remerciement aux chefs de projet pour le questionnaire N°1	217
Annexe 8: Lettre d'accompagnement au questionnaire N°1	218
Annexe 9: Le questionnaire N°1 (seule une des 5 pages de questions est reproduite ici).....	219
Annexe 10: Catégories des éléments de succès (avec indication de la fréquence de citation).....	221
Annexe 11: Les catégories des problèmes cités dans les réponses	223
Annexe 12: Les catégories fines des mesures (avec fréquence de citation)	225
Annexe 13: Lettre au service du personnel (500 entreprises) pour le questionnaire N°2.....	229
Annexe 14: Formulaire envoyé au service du personnel pour le questionnaire N°2.....	230
Annexe 15: Lettre au chefs de projet pour le questionnaire N°2.....	231
Annexe 16: Questionnaire N°2 (partie A)	232
Annexe 17: Questionnaire N°2 (partie B)	241
Annexe 18: Résultats du questionnaire N°2: l'effet des actions du chef de projet sur le succès du projet.....	250

Annexe 1: Abréviations utilisées

AFITEP	Association Française des Ingénieurs et Techniciens d'Estimation, de Planification et de Projets
AFNOR	Association Française de Normalisation
AMA	American Management Association
APM	The Association of Project Managers UK
BTP	Bâtiments Travaux Publics
CBS	Cost Breakdown Structure
CPM	Critical Path Method
DG	Direction Générale
EAO	Enseignement Assisté par Ordinateur
MBO	Management By Objectives
OBS	Organization Breakdown Structure
OFIAMT	Office Fédéral de l'Industrie, des Arts et Métiers et du Travail
PERT	Project Evaluation and Review Technique
PMBOK	Project Management Body Of Knowledge
PMI	Project Management Institute
PMP	Project Management Professional
SMP	Société Suisse de Management de Projets
SPM	Schweizerische Gesellschaft für Projektmanagement
WBS	Work Breakdown Structure

Annexe 2: Liste des entreprises contactées pour le questionnaire N°1

Entreprise	NAP	Ville	Employés
ACMV	1800	Vevey	> 25
AMAG Automobiles	1213	Petit-Lancy	100..500
André SA	1006	Lausanne	>300
Appareillages Gardy S.A.	1227	Acacias	100..500
ARL Applied Research Labs	1024	Ecublens	> 25
ASCOM Audiosys S.A.	3175	Flamatt	100 à 249
ASCOM FAVAG S.A.	2022	Bevaix	> 25
Audemars Piguet	1348	Le Brassus	> 25
Banque Cantonale Vaudoise	1002	Lausanne	>301
Banque de l'Etat de Fribourg	1700	Fribourg	>250
Banque Paribas S.A.	1211	Genève	> 500
Baumgartner Papiers S.A.	1023	Crissier	> 25
Bobst SA	1008	Prilly	> 25
Bonnard et Gardel	1001	Lausanne	
Brunet Constructions S.A.	1214	Vernier	100..500
Câblerie de Cossonay	1305	Cossonay-Gare	> 25
Câbles Cortaillod S.A.	2016	Cortaillod	> 25
Cabloptic S.A.	2016	Cortaillod	> 25
Caran d'Ache S.A.	1206	Genève	100..500
Castolin S.A.	1025	St-Sulpice	> 25
Caterpillar Overseas S.A.	1208	Genève	> 500
Charmilles Technologies S.A.	1217	Meyrin	> 500
Condensateurs Fribourg S.A.	1700	Fribourg	50 à 99
DEC Europe	1213	Petit-Lancy	> 500
Dixi	2400	Le Locle	> 25
Du Pont de Nemours S.A.	1218	Grand-Saconnex	> 500
Ebel S.A.	2301	La Chaux-de-Fonds	> 25
Elvia Assurances	1204	Genève	100..500
EM Microélectronique	2074	Marin	> 25
FIDES	1206	Genève	100..500
Firmenich S.A.	1227	Acacias	> 500
Gétaz Romang SA	1800	Vevey	>301
Girard-Perregaux S.A.	2301	La Chaux-de-Fonds	> 25
Givaudan-Roure S.A.	1214	Vernier	> 500
Hewlett-Packard S.A.	1217	Meyrin	> 500
IBM	1202	Genève	100..500
Institut Batelle	1227	Acacias	100..500
Intermédecis S.A.	2400	Le Locle	> 25
Iril S.A.	1020	Renens	> 25

ISMECA	2301	La Chaux-de-Fonds	> 25
Jacobs Suchard Tobler S.A.	2008	Neuchâtel	> 25
Jaeger-Le Coultre S.A.	1347	Le Sentier	> 25
Kodak S.A.	1001	Lausanne	>301
Kudelski S.A.	1033	Cheseaux sur Lausanne	> 25
Kugler Robinetterie S.A.	1205	Genève	100..500
La Genevoise Assurances	1206	Genève	100..500
Landis & Gyr Communications	1202	Genève	> 500
Le Phare Jean d'Eve S.A.	2300	La Chaux-de-Fonds	> 25
Leclanché S.A.	1401	Yverdon-les-Bains	>301
LEM S.A.	1228	Plan-les-Ouates	100..500
Maillefer	1338	Ballaigues	>301
Merrill Lynch Bank	1211	Genève	100..500
Mésseltron S.A.	2035	Corcelles	> 25
Montres Rolex S.A.	1227	Acacias	> 500
Motorola S.A.	1202	Genève	100..500
Nestec SA	1000	Lausanne 26	
Nivarox - FAR S.A.	2400	Le Locle	> 25
Oscilloquartz S.A.	2074	Marin	> 25
Patek Philippe S.A.	1204	Genève	100..500
Petroconsultants S.A.	1207	Genève	100..500
Philip Morris	1001	Lausanne	
Portescap	2301	La Chaux-de-Fonds	> 25
Positronic Industrie S.A.	2034	Peseux	> 25
Procter & Gamble AG	1202	Genève	100..500
Raffinerie de Cressier S.A.	2088	Cressier	> 25
S.A. Conrad Zschokke	1207	Genève	> 500
Saia A.G	3280	Morat	>250
Sapal S.A.	1024	Ecublens	> 25
Sécheron S.A.	1202	Genève	100..500
Silicon Graphics	2000	Neuchâtel	> 25
Similor S.A.	1227	Acacias	100..500
SIP	1217	Meyrin	100..500
Société Fiduciaire Coopers & Lybrand	1202	Genève	100..500
Swissair S.A.	1215	Genève	> 500
Tavaro S.A.	1203	Genève	100..500
TESA S.A.	1020	Renens	>301
Tissot	2501	Bienne	> 25
Union Carbide S.A.	1202	Genève	100..500
Valtronic S.A.	1343	Les Charbonnières	> 25
Vibro-Meter S.A.	1700	Fribourg	>250
Winterthur Assurances	1206	Genève	100..500
Zyma S.A.	1260	Nyon	> 25



ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

**ITEP - Institut des transports
et de planification**

GC (Ecublens)
CH-1015 Lausanne
Téléphone (021) 693 24 65/79
Télex 454 478 EPFV CH
Téléfax (021) 693 50 60

Maison XXX
attn. M. YYYY
Chef du personnel
1000 Lausanne

Lausanne, le 22.2.1993

Vrét.

Nrét.

Monsieur,

Dans le cadre d'un travail de thèse effectué à l'Institut des Transports et de Planification, nous effectuons une recherche sur les facteurs humains dans la gestion de projet. Le but de cette recherche vise, dans une première phase, à déterminer l'importance des facteurs humains pour le succès des projets, afin de pouvoir, dans une seconde phase, modéliser ces facteurs dans un simulateur de formation.

Pour recueillir les données nécessaires à notre recherche, nous avons développé un questionnaire destiné aux chefs de projet. Et c'est ici que nous aimerions pouvoir compter sur votre aide: vous serait-il possible de trouver dans votre entreprise 3-5 collaborateurs ayant dirigé un projet *) au cours des deux dernières années ? Dans ce cas, nous vous saurions gré de bien vouloir nous indiquer leur nom, au moyen du formulaire ci-joint, afin que nous puissions leur faire parvenir directement un exemplaire du questionnaire.

Nous vous certifions que les réponses fournies seront traitées de manière strictement confidentielles. Seules des données statistiques portant sur l'ensemble des réponses seront mentionnées. Si vous avez quelque question, n'hésitez pas à nous contacter au numéro (021) 693 24 65.

Nous vous remercions d'avance de votre précieuse collaboration et vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments distingués.

R. Sauter

**) Par projet, nous entendons une tâche unique, non répétitive, réunissant des personnes ayant des qualifications diverses, visant un but défini, devant être atteint dans un laps de temps donné, avec un budget donné. Le domaine dans lequel se déroule le projet ne joue aucun rôle (recherche scientifique, recherche appliquée, développement, production, informatique, bâtiment, mécanique, marketing, etc., etc.), car les facteurs humains au sein d'une équipe de projet restent semblables quel que soit le domaine.*

Annexe 3: Lettre aux chefs du personnel pour le questionnaire N°1

Maison XXX
Rue YYYY
1000 Lausanne

Personnes ayant dirigé un projet au cours des deux dernières années :

Nom	Prénom	Département

Nous vous saurions gré de bien vouloir indiquer sur cette liste 3 - 5 personnes ayant dirigé un projet au cours des deux dernières années, puis de nous retourner cette liste à l'adresse suivante:

EPFL - Département de Génie Civil
ITEP - Institut des transports
1015 Lausanne

Merci d'avance de votre précieuse collaboration !

Annexe 4: Formulaire pour les chefs du personnel



ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

**ITEP - Institut des transports
et de planification**

GC (Ecublens)
CH-1015 Lausanne
Téléphone (021) 693 24 65/79
Télex 454 478 EPFV CH
Téléfax (021) 693 50 60

Maison XXX
attn. M. YYYY
Chef du projet

1000 Lausanne

Lausanne, le 30.3.1993

Vitré.

Nitré.

Monsieur,

Dans le cadre d'un travail de thèse effectué à l'Institut des Transports et de Planification, nous effectuons une recherche sur les facteurs humains dans la gestion de projet. Le but de cette recherche vise, dans une première phase, à déterminer l'importance des facteurs humains pour le succès des projets, afin de pouvoir, dans une seconde phase, modéliser ces facteurs dans un simulateur de formation.

Pour recueillir les données nécessaires à notre recherche, nous avons développé un questionnaire destiné aux chefs de projet.

Nous avons demandé à la Direction de votre entreprise de nous indiquer les noms de quelques chefs de projet susceptibles de répondre à un tel questionnaire - c'est ainsi qu'elle nous a indiqué votre nom.

Nous vous serions très reconnaissant de bien vouloir remplir le questionnaire ci-joint. Nous vous certifions que les réponses fournies seront traitées de manière **strictement confidentielle**. Seules des données statistiques portant sur l'ensemble des réponses seront mentionnées. Si ce questionnaire comporte un numéro, c'est uniquement afin que nous puissions rayer votre nom de notre mailing list dès que vous nous aurez retourné ce questionnaire. Votre nom ne figurera en aucun cas sur le questionnaire.

Comme nous ne nous adressons qu'à un nombre restreint de chefs de projet, vos réponses sont cruciales pour le succès de notre recherche. Si vous avez quelque question, n'hésitez pas à nous contacter au numéro (021) 693 24 65.

Nous vous remercions d'avance de votre précieuse collaboration et vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments distingués.

Annexe 5: Lettre aux chefs de projet pour le questionnaire N°1



ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

**ITEP - Institut des transports
et de planification**

GC (Ecublens)
CH-1015 Lausanne
Téléphone (021) 693 24 65/79
Télrex 454 478 EPFV CH
Téléfax (021) 693 50 60

Maison XXX
attn. M. YYYY
Chef du projet

1000 Lausanne

Vitré.

N/réf.

Lausanne, le 30.4.1993

Monsieur,

Nous nous permettons de revenir sur le questionnaire que nous vous avons envoyé récemment.

Nous vous demandions de bien vouloir nous aider à recueillir les données dont nous avons besoin pour notre travail de recherche: concrètement, nous vous demandions s'il vous était possible de remplir le questionnaire.

N'ayant pas reçu de vos nouvelles depuis lors, nous aimerions vous dire combien ces données sont importantes pour notre recherche. Comme nous ne nous adressons qu'à un nombre restreint de chefs de projet, vos réponses sont cruciales pour le succès de notre recherche. Le questionnaire est relativement court, et peut être rempli en 30 minutes environ.

Il serait vraiment très gentil de votre part de nous aider.

Nous vous certifions que les réponses fournies seront traitées de manière **strictement confidentielle**. Seules des données statistiques portant sur l'ensemble des réponses seront mentionnées. Si ce questionnaire comporte un numéro, c'est uniquement afin que nous puissions rayer votre nom de notre mailing list dès que vous nous aurez retourné ce questionnaire. Votre nom ne figurera en aucun cas sur le questionnaire.

Si vous avez quelque question, n'hésitez pas à nous contacter au numéro (021) 693 24 65.

Nous vous remercions d'avance de votre précieuse collaboration et vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments distingués.

Annexe 6: Rappel aux chefs de projet pour le questionnaire N°1



ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

**ITEP - Institut des transports
et de planification**

GC (Ecublens)
CH-1015 Lausanne
Téléphone (021) 693 24 65/79
Télex 454 478 EPFV CH
Téléfax (021) 693 50 60

Maison XXX
attn. M. YYYY
Chef du projet

1000 Lausanne

V/réf.

N/réf.

Lausanne, le 15.5.1993

Monsieur,

Nous aimerions vous remercier vivement de nous avoir retourné le questionnaire sur les "Facteurs humains dans la gestion de projet".

Nous sommes bien conscient du fait que vous disposez de fort peu de temps, et nous apprécions d'autant plus que vous ayez pris le temps nécessaire pour répondre à nos nombreuses questions.

Ce questionnaire était un questionnaire "ouvert", et les réponses que vous nous avez fournies vont nous permettre d'identifier les différents facteurs humains qui jouent un rôle pertinent dans la gestion de projet.

Dans une seconde étape, nous chercherons à quantifier l'influence de ces différents facteurs sur le déroulement et le succès des projets.

L'objectif de notre recherche est d'élaborer une modélisation des facteurs humains, afin de pouvoir construire un simulateur de gestion de projet, qui pourra être utilisé dans la formation et le perfectionnement des chefs de projet. Ce simulateur ne décrira donc pas seulement les aspects techniques et financiers des projets, mais également les aspects humains, dont le rôle crucial est parfois méconnu.

Votre collaboration nous a été très précieuse. Merci beaucoup!

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments distingués.

Annexe 7: Remerciement aux chefs de projet pour le questionnaire N°1

Questionnaire sur les facteurs humains dans les projets

La gestion par projet devient un instrument privilégié pour réaliser des tâches extrêmement variées, dans des domaines couvrant le génie civil, le développement, la production, le marketing, l'organisation, la finance, les services, les bureaux d'études, pour ne citer que les plus importants.

Dans le cadre d'un travail de doctorat mené au Département de Génie Civil de l'EPFL, nous cherchons à mieux cerner le rôle des facteurs humains dans la gestion de projet. Le présent questionnaire s'inscrit dans le cadre de cette recherche. Mais tout d'abord, expliquons ce que nous entendons exactement par le terme de "projet", ainsi que par le terme de "facteurs humains":

- *Projet*: Tâche unique, non répétitive, réunissant des personnes ayant des qualifications diverses, visant un but défini, qui doit être atteint dans un laps de temps donné, avec un budget donné.
- *Facteurs humains*: Ensemble des facteurs personnels et organisationnels qui affectent un projet, à l'exclusion des facteurs strictement techniques ou financiers.
- *Exemples de facteurs humains*: - Type d'organisation - Acceptance du projet au sein de l'organisation - Leadership - Encadrement - Motivation - Solidarité - Cohésion - Salaire - Heures supplémentaires - Stress - etc., etc.

Dans ce questionnaire, nous vous demanderons tout d'abord de décrire brièvement un projet auquel vous avez participé au cours des deux dernières années. Ensuite, nous vous demanderons de répondre à certaines questions concernant plus spécifiquement les facteurs humains dans le projet auquel vous avez participé.

Il va de soi que vos réponses seront traitées de manière strictement confidentielle. Si ce questionnaire comporte un numéro, c'est uniquement afin que nous puissions rayer votre nom de notre mailing list dès que vous nous aurez retourné ce questionnaire. Votre nom ne figurera en aucun cas sur le questionnaire.

Remplir ce questionnaire exige environ 15-20 minutes. Comme l'échantillon de personnes choisies pour remplir ce questionnaire est restreint, vos réponses auront une importance très grande pour le résultats de nos travaux. Si vous avez quelque question, vous pouvez nous joindre au numéro de téléphone suivant: (021) 693 24 65.

Nous vous remercions d'avance de votre précieuse collaboration. Nous vous ferons parvenir, en temps utile, un résumé des résultats de nos recherches.

Avec nos salutations les plus cordiales,

Roland Sauter

Annexe 9: Le questionnaire N°1 (seule une des 5 pages de questions est reproduite ici)

Description du projet auquel vous avez participé:

1. Le but de ce projet était le suivant:

.....

.....

.....

2. Date du début du projet (mois, année)

3. Date de fin du projet (mois, année)

4. Le nombre de personnes participant au projet s'élevait à :

5. Ce projet s'est déroulé dans le pays suivant:

6. Mon rôle dans ce projet était le suivant:

.....

.....

.....

...

7. Ce projet...

☐ s'est terminé avec succès (le produit développé a été mis en service; la construction projetée a été réalisée; le changement organisationnel projeté a été réalisé)

☐ s'est terminé sur un échec (a été abandonné avant terme; le produit développé n'a pas été mis en service; la construction projetée n'a pas été réalisée; le changement organisationnel projeté n'a pas été réalisé)

☐ est toujours en cours

8. Ce projet concernait le domaine suivant:

☐ Recherche

☐ Développement

☐ Organisation

☐ Marketing

☐ Génie civil

☐ Autre:

Pourriez-vous indiquer un problème qui est apparu au plan des facteurs humains:

Problème No. 1

Sa cause était la suivante:

Rétrospectivement, quelle mesure aurait-on pu prendre pour limiter ou éviter ce problème?

Pourriez-vous indiquer un élément qui, au plan des facteurs humains, a contribué au succès du projet:

Elément No. 1

Quelles sont la/les mesures qui ont été prises pour favoriser l'apparition de cet élément?

Annexe 10: Catégories des éléments de succès (avec indication de la fréquence de citation)

1. Compétences humaines		Capacité d'accepter une surcharge momentanée	3
Autre	1	Équipe jeune et dynamique	1
Engagement du chef de projet	1	Possibilité d'apprendre	1
Ténacité opiniâtreté	6	6. Localisation	
Expérience d'autres mentalités	1	Groupement de l'équipe [géographiquement]	1
Charisme	4	Faible distance géographique entre les membres de l'équipe	2
Chef de projet avec compétence humaine	3	7. Le core-team	
Expérience du chef de projet dans le teamwork	1	Motivation du core-team	4
Chef de projet optimiste	1	Charisme des leaders	1
2. Compétences en gestion de projet		8. Cohésion, confiance, solidarité	
Compétence du chef de projet	1	Intérêt pour le travail des autres	1
3. Compétence prof. des collaborateurs		Respect mutuel	3
Manque de compétence professionnelle	1	Symbiose entre jeunes et collaborateurs expérimentés	1
Compétence professionnelle	8	Esprit positif et ouvert	2
4. Collaborateurs responsabilisés		Complémentarité de l'équipe / synergie	10
Autre	6	Cohésion de l'équipe	14
Conscience professionnelle	2	Esprit d'équipe	11
Chacun sent que son savoir-faire est apprécié	4	Confiance au sein de l'équipe	5
Chacun sait ce qu'il a à faire	6	Solidarité	2
Chacun connaît les tenants et aboutissants du projet	2	Bonne ambiance	6
5. Motivation		Aide mutuelle au sein de l'équipe	4
Motivation [aimer ce que l'on fait, le faire bien]	37	Peu de conflits dans l'équipe	1
Engagement investissement personnel [faire beaucoup]	12	Acceptation de chacun	2
Stress positif pour atteindre buts proches	3	9. Winning Team	
		Sentiment d'être un Winning Team	5
		Avoir l'impression que le projet avance rapidement	1

10. Fluctuation

Stabilité de l'équipe [pas de 1
fluctuation]

11. Culture de projet

Droit à l'erreur 2

Les problèmes rencontrés sont vite ex- 3
posés

Esprit d'initiative et de réaction face à 4
des situations nouvelles

12. Satisfaction

Autre 3

13. Disponibilité

Disponibilité (temps) des collabora- 4
teurs

14. Soutien

Enthousiasme de personnes d'autres 1
dép.

Visibilité du projet dans l'org.-mère 2

Soutien de la direction 10

15. Ligne versus projet

Bonne collaboration entre les départe- 5
ments

16. Les buts

Client impliqué dans définition des 1
buts

Visibilité transparence des buts 1

Buts définis avec grande clarté préci- 3
sion

Voir le projet comme un défi 11

Intérêt du travail 3

**17. Organisation/environnement du pro-
jet**

Environnement [bureaux, etc.] 1

Décisions prises en comité restreint 2
[core-team]

Bon environnement de travail, bons 2
outils

Bon suivi du projet bonne gestion du 3
projet

19. Communications à l'extérieur

Bonne communication avec 1
fournisseur

Bonne communication avec client 11

Communication avec chef de départe- 2
ment

Bonne communication avec direction 1

20. Communication au sein du projet

Bonne communication au sein du 7
projet

Bonne information de l'équipe 1

21. Conflits à l'extérieur

Les opposants au projet sont 2
neutralisés

Utilisateurs acceptent le projet 2

22. Conflits au sein du projet

Bonne entente entre chef de projet et 2
team

Confiance entre chef de projet et 1
équipe

Annexe 11: Les catégories des problèmes cités dans les réponses

1. Compétences humaines		8. Cohésion, confiance, solidarité	
Autre	2	Collaborateurs restent dans leur 1	
Ne délègue pas	1	structure fonctionnelle	
Chef de projet trop directif	1	Un membre de l'équipe "démolit" le 2	
		projet en séance plénière	
2. Compétences en gestion de projet		Individus se sentent indispensables	1
Autre	1	Conflit dans l'équipe	6
CP ne prend pas de décision	1	Divergences sur choix techniques	5
CP a de la peine à s'imposer	1	Collaboration difficile dans l'équipe	2
		Mauvaises relations au sein de	5
		Conflit de génération	1
3. Compétence prof. des collaborateurs		Un membre est rejeté par le groupe	2
Manque de compétences prof.	7	Manque de solidarité	3
		Gens de niveaux hiérarchiques diffé- 2	
		rents coopèrent mal	
4. Collaborateurs responsabilisés		9. Winning Team	
Compétences mal définies	4	Peur de ne pas être à la hauteur	1
Collaborateurs ne se sentent pas con- 1		Stress [angoisse de ne pas tenir dé- 7	
cernés par projet			
Les gens ne prennent pas d'initiative	1		
Les gens ne se sentent pas concernés	1		
par retards			
5. Motivation		10. Fluctuation	
Manque de motivation	16	Autre	1
Découragement lassitude	2	Un collaborateur démissionne	4
Motivation varie d'une personne à 2			
l'autre			
Frustration car insuccès	4	11. Culture de projet	
Mécontentement car exclu des déci- 1		Ne pas reconnaître erreurs et retards	1
sions		Méthodes de travail non homogènes	1
6. Localisation		12. Satisfaction	
Distance géographique	2	Insatisfaction avec salaires	2
		Insatisfaction avec heures suppl.	6
		13. Disponibilité	
		Surcharge de travail	2
		Stress [trop de travail]	8

Manque de disponibilité	5
Participation à plusieurs projets	1

14. Soutien

Personnel des départements peu motivé	2
Manque d'intérêt pour le projet	3
Scepticisme	1
Des supérieurs doutent du projet	1
Pas de soutien du projet	6

15. Ligne versus projet

Conflits entre départements	1
Conflits entre chef de ligne et chef de projet	5
Chef de ligne ignore le chef de projet	1
Départements ne jouent pas le jeu	2
Barrières entre départements	1
Chefs de départements contre le projet	3
Un département contre le projet	1

16. Les buts

Divergences de vue sur le but du projet	3
Objectifs globaux mal compris	2
Buts pas clairs	5
Résultats contraires aux objectifs définis en commun	1
Buts trop élevés délais trop courts	1
Objectifs changés au cours du projet	1

17. Organisation/environnement du projet

Autre	1
Mauvais suivi du projet	4
Projet souvent interrompu	1
Projet dure trop longtemps	1

18. Symptômes

Trop d'erreurs	4
Retard du projet	7
Projet abandonné	1
Difficultés dans le passage en production	1

19. Communications à l'extérieur

Mauvaise communication avec client	7
------------------------------------	---

20. Communication au sein du projet

Les collaborateurs ne donnent pas les infos au chef de projet	1
Mauvaise communication	13
Problèmes de langue	3

21. Conflits à l'extérieur

Autre	1
Méfiance de l'utilisateur	2
Désaccord avec client	2
Utilisateurs rejettent le produit	3
Réticence au changement	2

22. Conflits au sein du projet

Conflits entre chef de projet et son équipe	3
Conflits entre un coll. et chef de projet	1

Annexe 12: Les catégories fines des mesures (avec fréquence de citation)

1. Le cadre organisationnel	Fréquence pour pro- blèmes	Fréquence pour élé- ments de succès	Fréquence totale
1.1. Gagner le soutien de l'organisation-mère			
Assurer l'appui de l'organisation-mère	2	7	9
Discuter avec la Direction	1	5	6
Convaincre le management de l'enjeu	1	3	4
Impliquer la DG dans l'équipe de projet	1	2	3
1.2. Améliorer la relation avec le client			
Faire des séances fréquentes avec client	-	3	3
Impliquer le client dans l'équipe de projet	-	4	4
Impliquer le client dans le déroulement du projet	1	1	2
Chercher à comprendre le langage du client	-	1	1
Définir les responsabilités du client	2	-	2
Consulter utilisateur avant de fixer buts	1	4	5
1.3. Établir les communications			
Autre	3	-	3
Établir des communications nominatives directes	-	1	1
Favoriser les discussion informelles	1	5	6
Volonté de dialogue avec fournisseur	-	1	1
Établir communications avec client	5	1	6
Établir communications entre départements	3	2	5
Établir communications avec départements	3	-	3
1.4. Détecter et convaincre les opposants			
Découvrir les opposants du projet comprendre les	-	1	1
Convaincre les opposants	2	1	3
Recherche d'alliés	1	-	1
2. Les objectifs			
2.1. Définir les objectifs			
Impliquer l'utilisateur dans la définition des buts	2	-	2
Définition claire et précise des objectifs	5	3	8
2.2. Expliquer l'enjeu du projet			
Donner des infos sur l'ensemble du projet son	5	19	24
Présenter expliquer le projet	7	7	14
3. Organisation et suivi			

3.1. Créer l'environnement de travail

Décharger les collaborateurs des autres tâches	5	1	6
Alléger la voie hiérarchique	-	1	1
Donner des libertés dans les horaires	-	1	1
CP doit donner l'exemple	-	1	1
Créer un bon environnement	-	2	2

3.2. Organiser le projet

Autre	-	1	1
Organisation du projet	2	9	11
Définition claires des priorités	3	1	4
Impliquer les chefs de dép. dans le planning	1	1	2
Élaborer des procédures administratives	-	1	1
Planification du projet	7	2	9
Définir des étapes	-	3	3

3.3. Fixer les buts et les délais

Autre	1	-	1
Délais courts + objectifs ambitieux	1	2	3
Être exigeant quand au délai [forcing]	-	1	1
Fixer les buts et les délais avec l'équipe	4	5	9
Fixer les objectifs par écrit	-	2	2
Fixer des objectifs de groupe	-	2	2
Négocier les délais avec chacun	-	1	1
Refuser nouveaux buts sans ressources	1	-	1
Mieux fixer le cahier de charges	2	-	2

3.4. Suivre le projet

Agir rapidement	-	3	3
Assurer un bon suivi du projet	3	6	9

3.5. Informer

Présenter les résultats intermédiaires	1	3	4
Informier régulièrement sur l'avancement du projet	-	15	15
Bien informer l'équipe	2	7	9
Confirmer décisions par écrit	1	1	2

4. L'équipe**4.1. Souder l'équipe**

Réunir l'équipe dans un même bureau	2	2	4
Créer une "culture de projet"	1	-	1
Libre échange des idées	-	2	2
Teambuilding	6	7	13
Rencontres extra-muros	-	6	6
Persuader l'équipe que le projet sera un succès	-	2	2
Fêter les étapes	-	3	3
Créer des symboles du groupe [casquette etc.]	-	1	1

4.2. Suivre l'équipe

Écouter répondre vite aux demandes du team	-	4	4
Planifier des séances d'équipe fréquentes	2	9	11
Maintenir l'équipe intacte	1	-	1
Voyager pour voir les partenaires	-	1	1

5. Les collaborateurs

5.1. Choisir les collaborateurs

Écarter une personne peu compétente	1	1	2
Remplacer une personne dans l'équipe	2	2	4
Définir avec précision le profil requis des col-	1	-	1
Choix des collaborateurs	2	11	13
Choisir des collaborateurs compétents	5	7	12
Choisir des collaborateurs motivés	2	3	5
Choisir un spécialiste externe	3	3	6

5.2. Responsabiliser les collaborateurs

Autre	-	5	5
Définir les responsabilités [être chargé de]	5	7	12
Donner des responsabilités [compétence]	6	12	18
Élaborer un cahier des charges pour chacun	1	2	3
Féliciter ceux qui prennent des risques	-	1	1
Donner l'impression à chacun que son rôle est	-	1	1
Faire participer les exécutants [ouvriers etc.] aux	-	2	2
Donner des responsabilités aux jeunes	-	1	1
Intégrer les gens au processus de décision	-	4	4
Impliquer membres de l'équipe dans associations	-	1	1
Donner plus de liberté	-	2	2
Utiliser les compétences de chacun	-	2	2

5.3. Suivre les collaborateurs

Favoriser la formation	9	3	12
Écouter chacun	1	4	5
Reconnaître apprécier les prestations de chacun	-	6	6
Donner assez de liberté aux collaborateurs	-	2	2
Faire des entretiens individuels	2	6	8
Contact journalier avec chaque personne	1	1	2
Discussions individuelles	-	3	3
Mieux encadrer et suivre les collaborateurs	10	-	10
Montrer son intérêt pour l'activité de chacun	1	2	3
Valoriser les collaborateurs	1	3	4
Aider individuellement ceux qui sont lents	-	1	1

6. Les mesures de la DG

6.1. Vers le chef de projet

Autre	1	-	1
Donner plus de responsabilités au chef de projet	5	3	8
Laisser beaucoup de liberté au chef de projet	4	1	5
Nommer un chef de projet	-	3	3

Prendre un interne comme chef de projet	1	-	1
Décharger chef de projet des autres tâches	1	1	2
6.2. Vers le projet			
Montrer l'enjeu du projet	2	-	2
S'engager activement pour le projet	6	1	7
Créer un environnement plaisant	2	-	2
6.3. Dans l'organisation			
Réduire les barrières entre départements	1	4	5
Mieux définir les responsabilités entre chef de	3	-	3
6.4. Vers les collaborateurs			
Payer les heures suppl.	3	-	3
Former les gens à la culture Gestion de projet	5	-	5
Offrir des salaires corrects et homogènes	1	1	2
Accorder une prime	1	-	1
Nouvel employé stages dans divers départements	1	-	1
Tenir compte projet pour salaire etc.	1	-	1
Libérer les collaborateurs des tâches de ligne	2	1	3



ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

**ITEP - Institut des transports
et de planification**

GC (Ecouleinsi)
CH-1015 Lausanne
Téléphone (021) 693 24 65/79
Télex 454 478 EPFV CH
Téléfax (021) 693 50 60

Firma XXX
Personalabteilung

8000 Zürich

Viréf.

Niréf.

Sehr geehrte Damen und Herren,

Im Rahmen einer Forschungsarbeit am Institut für Planungs- und Transportwesen der ETH Lausanne möchten wir eine Analyse der menschlichen Aspekte im Projektmanagement durchführen. Ziel dieser Forschung ist es, die Bedeutung der menschlichen Aspekte zu erfassen, damit diese Faktoren in einem Ausbildungssimulator modelliert werden können. Die Erhebung der Daten, die für unsere Forschung notwendig sind, geschieht mittels eines Fragebogens für die Projektleiter und die Mitglieder der Projektgruppe. Und genau hier möchten wir gerne Sie um Hilfe bitten: könnten Sie in Ihrer Firma folgende Mitarbeiter finden:

3 Projektleiter, sowie 3 Mitglieder einer Projektgruppe
welche in den letzten 2 Jahren an einem Projekt *) gearbeitet haben ?

Wir wären sehr froh, wenn Sie uns die Namen dieser Mitarbeiter - mittels dem beiliegenden Formular - bekanntgeben könnten, damit wir diesen Mitarbeitern unseren Fragebogen direkt zustellen könnten.

Wir garantieren Ihnen, dass die Daten streng vertraulich behandelt werden. Nur statistische Daten über die Gesamtheit der Antworten werden veröffentlicht.

Falls Sie irgendwelche Fragen haben, können Sie uns unter der Telefonnummer 021 693 24 65 erreichen.

Wir danken Ihnen im voraus für Ihre wertvolle Mitarbeit und grüssen Sie freundlich.

R. Sauter

**) Mit Projekt meinen wir eine einmalige, neuartige Aufgabe, mit einem klar definierten Ziel, welche von mehreren Personen mit unterschiedlichen Qualifikationen innerhalb einer gegebenen Zeitspanne mit einem gegebenen Budget realisiert werden soll. Das Gebiet, in welchem sich das Projekt abspielt, spielt keine Rolle (wissenschaftliche oder angewandte Forschung, Entwicklung, Produktion, Informatik, Bauwesen, Mechanik, Marketing, ...).*

Annexe 13: Lettre au service du personnel (500 entreprises) pour le questionnaire N°2

École Polytechnique Fédérale
Département de Génie Civil
ITEP - Institut des Transports
1015 Lausanne

Mitarbeiter, die ein Projekt **geleitet** haben:

Name	Vorname	Abteilung

Mitarbeiter, die in einem Projekt **mitgearbeitet** haben:

Name	Vorname	Abteilung

Dürfen wir Sie bitten, hier die Namen von 3 Projektleitern sowie von 3 Projektmitarbeitern einzutragen, und uns diese Liste an obenstehende Adresse zurückzusenden (Sie können dieses Formular einfach in ein Fenstercouvert legen).

Vielen Dank für Ihre wertvolle Unterstützung !

Firma XXXX Code 999 8000 Zürich

Annexe 14: Formulaire envoyé au service du personnel pour le questionnaire N°2



ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

**ITEP - Institut des transports
et de planification**

GC (Ecublens)
CH-1015 Lausanne
Téléphone (021) 693 24 65/79
Télex 454 478 EPFV CH
Téléfax (021) 693 50 60

Firma XXX
z. H. Herrn YYYY
Projektleiter
8000 Zürich

Lausanne, den 12.5.1995

Virét.

Nirét.

Im Rahmen einer Forschungsarbeit, die am Transport- und Planungsinstitut der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne durchgeführt wird, untersuchen wir die Rolle der menschlichen Faktoren in der Führung eines Projektes. Das Ziel dieser Untersuchung ist, die Bedeutung der menschlichen Faktoren für den Erfolg eines Projektes zu erfassen, um dann diese Faktoren auf einem Ausbildungssimulator darstellen zu können.

Um die notwendigen Daten für unsere Arbeit einzusammeln, haben wir einen Fragebogen vorbereitet, den wir Ihnen beiliegend zuschicken.

Wir haben die Direktion Ihres Unternehmens gebeten, uns die Namen einiger Personen anzugeben, die an einem Projekt mitgearbeitet haben, und die einen solchen Fragebogen ausfüllen könnten - so sind wir zu Ihrem Namen gekommen.

Wir wären Ihnen sehr dankbar, wenn Sie bitte beiliegenden Fragebogen ausfüllen würden. Wir versichern Ihnen, dass die Antworten **streng vertraulich** behandelt werden. Nur statistische Auswertungen der Gesamtheit aller Antworten werden dann angegeben. Die Nummer auf dem Fragebogen dient nur dazu, dass wir Ihren Namen auf unserer Mailing List streichen können, sobald Sie uns den Fragebogen zurückgeschickt haben. Ihr Name wird niemals auf dem Fragebogen erscheinen.

Da wir uns nur an eine beschränkte Zahl von Personen wenden, sind Ihre Antworten unerlässlich für den Erfolg unserer Forschungsarbeit. Wenn Sie irgendwelche Fragen haben, rufen Sie uns bitte an. (021) 693 24 65

Wir danken Ihnen im Voraus für Ihre wertvolle Mitarbeit.

Hochachtungsvoll,

Annexe 15: Lettre au chefs de projet pour le questionnaire N°2

Annexe 16: Questionnaire N°2 (partie A)

Le chef de projet a pour principe d'intégrer, très tôt dans le projet, les utilisateurs finaux du système, et de les faire participer à certaines séances de projet.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (104)

- | | |
|---|--|
| Le chef de projet perd son temps, <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet. |
| cette action a un effet négatif sur le projet | |
| Les utilisateurs apportent des contributions en général valables. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Les utilisateurs perturbent inutilement l'équipe. |
| Les buts du projet deviennent plus confus pour les membres de l'équipe de projet. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Les buts du projet deviennent plus clairs pour les membres de l'équipe de projet. |
| Les membres de l'équipe ont une moins bonne compréhension globale du projet. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Les membres de l'équipe ont une meilleure compréhension globale du projet. |

Le chef de projet a affiché au mur de la salle de réunion un diagramme pour représenter graphiquement l'avancement du projet. De plus, il affiche toujours une liste des problèmes et difficultés rencontrés et des mesures prises à cet égard.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (126)

- | | |
|--|--|
| Le chef de projet perd son temps, <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet. |
| cette action a un effet négatif sur le projet | |
| La motivation diminue. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | La motivation augmente. |
| Le sentiment d'être une équipe gagnante diminue. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Le sentiment d'être une équipe gagnante augmente. |
| La cohésion et la confiance diminuent au sein de l'équipe. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | La cohésion et la confiance augmentent au sein de l'équipe. |

Le chef de projet discute régulièrement, en tête-à-tête, avec chaque personne qui travaille sur le projet.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (145)

- | | |
|--|--|
| Le chef de projet perd son temps, <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet. |
| cette action a un effet négatif sur le projet | |
| La motivation diminue. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | La motivation augmente. |
| Les collaborateurs se sentent responsables du projet. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Personne ne se sent responsable du projet. |
| Les conflits au sein de l'équipe ont tendance à augmenter. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Les conflits au sein de l'équipe ont tendance à diminuer. |

Le chef de projet passe un temps important à préparer les documents à l'intention du management, pour discuter régulièrement de l'avancement du projet avec le management.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (109)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.	
Le soutien de l'organisation en sera amélioré.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le soutien de l'organisation risque de faiblir.	
Les problèmes de disponibilité des collaborateurs diminuent.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les problèmes de disponibilité des collaborateurs augmentent.	
Le risque d'avoir des ennemis dans les départements diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	On risque de se créer des ennemis dans les départements.	

L'équipe perd confiance dans le chef de projet.

A votre avis, quelles seront les conséquences ? (156)

La motivation diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La motivation augmente.	
Le sentiment d'être une équipe gagnante diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le sentiment d'être une équipe gagnante augmente.	
Les conflits au sein de l'équipe ont tendance à augmenter.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les conflits au sein de l'équipe ont tendance à diminuer.	
Le risque de fluctuation du personnel au sein de l'équipe va augmenter.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le risque de fluctuation du personnel au sein de l'équipe va diminuer.	

La communication dans l'équipe fonctionne mal.

A votre avis, quelles seront les conséquences ? (151)

La motivation diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La motivation augmente.	
La cohésion et la confiance diminuent au sein de l'équipe.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La cohésion et la confiance augmentent au sein de l'équipe.	
Les conflits au sein de l'équipe ont tendance à augmenter.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les conflits au sein de l'équipe ont tendance à diminuer.	
Le risque de fluctuation du personnel au sein de l'équipe va augmenter.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le risque de fluctuation du personnel au sein de l'équipe va diminuer.	

Quand le chef de projet délègue une tâche à un collaborateur, il passe toujours pas mal de temps à expliquer le pourquoi de cette tâche, le problème de base qu'il faut résoudre.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (124)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.	
Les collaborateurs se sentent responsables du projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Personne ne se sent responsable du projet.	
Les collaborateurs sont moins conscients de l'enjeu du projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les collaborateurs sont davantage conscients de l'enjeu du projet.	
Les buts du projet deviennent plus confus pour les membres de l'équipe de projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les buts du projet deviennent plus clairs pour les membres de l'équipe de projet.	

Au début du projet, le chef de projet a passé beaucoup de temps à discuter avec toutes les personnes de l'entreprise qui étaient réticentes face au projet.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (111)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.	
Le soutien de l'organisation en sera amélioré.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le soutien de l'organisation risque de faiblir.	
La communication avec le management devient moins bonne.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La communication avec le management devient meilleure.	
Le risque d'avoir des ennemis dans les départements diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	On risque de se créer des ennemis dans les départements.	
Les relations entre les départements et le projet s'améliorent.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les relations entre les départements et le projet se détériorent.	

Quand un problème important apparaît, le chef de projet a recours à des discussions en groupe, ou à des workshops, pour essayer de trouver une solution.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (136)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.	
Les membres de l'équipe ont une moins bonne compréhension globale du projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les membres de l'équipe ont une meilleure compréhension globale du projet.	
La communication au sein de l'équipe marche mieux.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La communication au sein de l'équipe marche moins bien.	
L'intérêt à autrui, l'aide mutuelle s'en trouvent renforcées.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	L'intérêt à autrui, l'aide mutuelle en pâtissent.	

Le chef de projet a pris beaucoup de soin pour bien planifier le projet, estimer avec exactitude la durée de chaque tâche, établir un budget détaillé.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (122)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.	
Les collaborateurs se sentent responsables du projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Personne ne se sent responsable du projet.	
Les membres de l'équipe ont une moins bonne compréhension globale du projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les membres de l'équipe ont une meilleure compréhension globale du projet.	
Les problèmes de disponibilité des collaborateurs diminuent.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les problèmes de disponibilité des collaborateurs augmentent.	

Au début du projet, le chef de projet a passé une journée entière avec le client pour définir exactement, par écrit, quelles étaient les responsabilités du client dans le projet.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (103)

Le chef de projet perd son temps, ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
cette action a un effet négatif sur le
projet

La satisfaction du client diminue. □ □ □ . □ □ □

La confiance des utilisateurs finaux diminue. □ □ □ . □ □ □

La communication avec le client est améliorée.

Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.

La satisfaction du client augmente.

La confiance des utilisateurs finaux augmente.

La communication avec le client en est affectée négativement.

Lors des discussions qui ont précédé la formation de l'équipe de projet, le chef de projet a clairement indiqué qu'il préférerait avoir moins de collaborateurs pour le projet, mais par contre des collaborateurs travaillant à 100% sur le projet.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (119)

Le chef de projet perd son temps, □ □ □ □ □ □
cette action a un effet négatif sur le
projet

La communication au sein de l'équipe marche mieux.

La communication entre l'équipe et le chef de projet se détériore. □ □ □ . □ □ □

La cohésion et la confiance diminuent au sein de l'équipe. □ □ □ . □ □ □

Le risque de fluctuation du personnel au sein de l'équipe va augmenter.

Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.

La communication au sein de l'équipe marche moins bien.

La communication entre l'équipe et le chef de projet s'améliore.

La cohésion et la confiance augmentent au sein de l'équipe.

Le risque de fluctuation du personnel au sein de l'équipe va diminuer.

Chaque fois qu'une étape est atteinte, le chef de projet prépare une feuille d'information sur l'avancement du projet, et va afficher cette feuille dans le couloir, pour que tout le monde soit au courant.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (102)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet

Les problèmes de disponibilité des collaborateurs diminuent. □ □ □ . □ □ □

Le risque d'avoir des ennemis dans les départements diminue.

Le soutien de l'organisation en sera amélioré.

Les relations entre les départements et le projet s'améliorent. □ □ □ . □ □ □

Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.

Les problèmes de disponibilité des collaborateurs augmentent.

On risque de se créer des ennemis dans les départements.

Le soutien de l'organisation risque de faiblir.

Les relations entre les départements et le projet se détériorent.

Le chef de projet passe tous les jours dans les bureaux, discute un instant avec chacun, est au courant du travail et des problèmes de chaque membre de l'équipe.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (143)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.	
La motivation diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La motivation augmente.	
Les collaborateurs se sentent responsables du projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Personne ne se sent responsable du projet.	
La cohésion et la confiance diminuent au sein de l'équipe.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La cohésion et la confiance augmentent au sein de l'équipe.	

Le chef de projet a noté, sur un grand carton, les trois buts principaux du projet. Il a suspendu ce carton au mur, dans le grand bureau où travaille la plupart des collaborateurs du projet.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (112)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.	
Les membres de l'équipe ont une moins bonne compréhension globale du projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les membres de l'équipe ont une meilleure compréhension globale du projet.	
Les collaborateurs sont moins conscients de l'enjeu du projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les collaborateurs sont davantage conscients de l'enjeu du projet.	
La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.	

Comme il y avait dans l'équipe des personnes qui travaillaient pour la première fois sur un projet aussi important, le chef de projet les a envoyés suivre un cours de gestion de projets.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (148)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.	
Les membres de l'équipe ont une moins bonne compréhension globale du projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les membres de l'équipe ont une meilleure compréhension globale du projet.	
La communication au sein de l'équipe marche mieux.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La communication au sein de l'équipe marche moins bien.	
Les problèmes de disponibilité des collaborateurs diminuent.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les problèmes de disponibilité des collaborateurs augmentent.	

Chaque fois que des doutes apparaissent sur le succès du projet, sur la tenue des délais, le chef de projet monte au créneau, se démène comme un diable et montre combien il est convaincu du succès de son projet.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (113)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.	
La motivation diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La motivation augmente.	

Le risque d'avoir des ennemis dans les départements diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	On risque de se créer des ennemis dans les départements.
La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.
Le soutien de l'organisation en sera amélioré.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le soutien de l'organisation risque de faiblir.

Dès le début du projet, le chef de projet a exigé que des PV écrits soient faits lors de chaque séance de projet.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (106)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.
La communication au sein de l'équipe marche mieux.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La communication au sein de l'équipe marche moins bien.
La communication entre l'équipe et le chef de projet se détériore.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La communication entre l'équipe et le chef de projet s'améliore.
La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.

Le chef de projet avait d'emblée décidé de faire des réunions fréquentes avec le client.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (105)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.
Les contributions du client durant l'exécution du projet sont souvent inutilisables.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les contributions du client durant l'exécution du projet sont en général valables.
La confiance des utilisateurs finaux diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La confiance des utilisateurs finaux augmente.
La satisfaction du client diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La satisfaction du client augmente.

Quand le chef de projet a un entretien avec un collaborateur, il le fait toujours très ouvertement, avec une grande franchise.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (141)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.
La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.
Les membres de l'équipe ont plutôt tendance à penser qu'on ne doit tout simplement pas faire d'erreurs.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les membres de l'équipe trouvent normal que des erreurs soient faites dans un projet.
La communication au sein de l'équipe marche mieux.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La communication au sein de l'équipe marche moins bien.
Les conflits au sein de l'équipe ont	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les conflits au sein de l'équipe ont

tendance à augmenter.

tendance à diminuer.

La communication avec le client se détériore.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (155)

La satisfaction du client diminue. ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ **La satisfaction du client augmente.**

La motivation diminue. □ □ □ □ □ □ □

La motivation augmente.

La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente.

La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.

La confiance des utilisateurs financiers diminue.

La confiance des utilisateurs finaux augmente.

Le chef de projet fixe des buts certes réalistes, mais ambitieux, et qui représentent toujours en quelque sorte un défi pour les membres de l'équipe de projet.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (123)

Le chef de projet perd son temps, ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
cette action a un effet négatif sur le
projet

Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.

La motivation diminue. □ □ □ . □ □ □

La motivation augmente.

Les buts du projet deviennent plus confus pour les membres de l'équipe de projet.

Les buts du projet deviennent plus clairs pour les membres de l'équipe de projet.

Le sentiment d'être une équipe gagnante diminue.

Le sentiment d'être une équipe gagnante augmente.

La motivation des collaborateurs baisse.

A votre avis, quelles seront les conséquences ? (150)

La communication au sein de l'équipe marche mieux. □ □ □ . □ □ □

La communication au sein de l'équipe
marche moins bien.

La cohésion et la confiance diminuent au sein de l'équipe. □ □ □ . □ □ □

La cohésion et la confiance augmentent au sein de l'équipe.

Le risque de fluctuation du personnel au sein de l'équipe va augmenter.

Le risque de fluctuation du personnel au sein de l'équipe va diminuer.

La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente. □ □ □ . □ □ □

La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.

Quand un collaborateur apporte un travail terminé, le chef de projet prend toujours le temps de le regarder le plus vite possible et de porter une appréciation, la plupart du temps positive, sur le travail effectué.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (140)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet

Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.

La motivation diminue. □ □ □ v □ □ □

La motivation augmente.

Les collaborateurs se sentent responsables du projet. ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

Personne ne se sent responsable du projet.

Les collaborateurs sont moins conscients de l'enjeu du projet. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Les collaborateurs sont davantage conscients de l'enjeu du projet.

Le chef de projet a passé beaucoup de temps à discuter, à nouer des liens avec les chefs des départements (donc les supérieurs des membres de l'équipe de projet).

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (108)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.

Le risque d'avoir des ennemis dans les départements diminue. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

On risque de se créer des ennemis dans les départements.

La communication avec le management devient moins bonne. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

La communication avec le management devient meilleure.

Le soutien de l'organisation en sera amélioré. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Le soutien de l'organisation risque de faiblir.

Les problèmes de disponibilité des collaborateurs diminuent. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Les problèmes de disponibilité des collaborateurs augmentent.

Le chef de projet a autorisé un membre de l'équipe à suivre un cours de formation dans un domaine annexe, qui ne concernait pas directement le projet.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (127)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.

La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.

La cohésion et la confiance diminuent au sein de l'équipe. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

La cohésion et la confiance augmentent au sein de l'équipe.

Les membres de l'équipe ont une moins bonne compréhension globale du projet. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Les membres de l'équipe ont une meilleure compréhension globale du projet.

Le soutien de l'organisation, des autres départements, faiblit.

A votre avis, quelles seront les conséquences ? (152)

Les problèmes de disponibilité des collaborateurs diminuent. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Les problèmes de disponibilité des collaborateurs augmentent.

Les relations entre les départements et le projet s'améliorent. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Les relations entre les départements et le projet se détériorent.

La communication avec le management devient moins bonne. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

La communication avec le management devient meilleure.

Les collaborateurs sont moins conscients de l'enjeu du projet. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Les collaborateurs sont davantage conscients de l'enjeu du projet.

Le chef de projet fait beaucoup pour créer une bonne ambiance de travail, agréable et détendue, où chacun se sente bien.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (117)

Le chef de projet perd son temps, ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
cette action a un effet négatif sur le
projet

La motivation diminue. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

La cohésion et la confiance dimi- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
nuent au sein de l'équipe.

Les conflits au sein de l'équipe ont ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
tendance à augmenter.

Le chef de projet investit bien son
temps, cette action aura un effet positif
sur le projet.

La motivation augmente.

La cohésion et la confiance augmen-
tent au sein de l'équipe.

Les conflits au sein de l'équipe ont
tendance à diminuer.

La communication entre l'équipe et le chef de projet se détériore. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

La communication entre l'équipe et le chef de projet s'améliore.

Le chef de projet a créé un logo du projet, qui figure sur tous es documents. Il a ensuite fait faire des T-Shirts portant le logo et le nom du projet - seuls les membres de l'équipe de projet ont reçu un tel T-Shirt.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (131)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.

La motivation diminue. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

La motivation augmente.

La cohésion et la confiance diminuent au sein de l'équipe. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

La cohésion et la confiance augmentent au sein de l'équipe.

Le sentiment d'être une équipe gagnante diminue. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Le sentiment d'être une équipe gagnante augmente.

Quand le chef de projet a remarqué que certains membres de la direction doutaient de son projet, il a exigé de pouvoir présenter son projet lors de la prochaine séance de la direction, afin de gagner le soutien ferme de l'ensemble de la direction.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (101)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.

Les problèmes de disponibilité des collaborateurs diminuent. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Les problèmes de disponibilité des collaborateurs augmentent.

Les collaborateurs sont moins conscients de l'enjeu du projet. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Les collaborateurs sont davantage conscients de l'enjeu du projet.

La communication avec le management devient moins bonne. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

La communication avec le management devient meilleure.

La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.

Des conflits de personnes apparaissent au sein de l'équipe.

A votre avis, quelles seront les conséquences ? (149)

La motivation diminue. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

La motivation augmente.

La communication au sein de l'équipe marche mieux. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

La communication au sein de l'équipe marche moins bien.

Le risque de fluctuation du personnel au sein de l'équipe va augmenter. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Le risque de fluctuation du personnel au sein de l'équipe va diminuer.

L'intérêt à autrui, l'aide mutuelle s'en trouvent renforcées. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

L'intérêt à autrui, l'aide mutuelle en pâtissent.

Quand il attribue des responsabilités, le chef de projet préfère les attribuer à des groupes (2-3 personnes, parfois plus) qu'à des individus.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (130)

Les membres de l'équipe ont plutôt
tendance à penser qu'on ne doit tout
simplement pas faire d'erreurs.

Les membres de l'équipe trouvent
normal que des erreurs soient faites
dans un projet.

La confiance, la solidarité, la cohésion de l'équipe diminuent.

A votre avis, quelles seront les conséquences ? (153)

L'intérêt à autrui, l'aide mutuelle
s'en trouvent renforcées.

L'intérêt à autrui, l'aide mutuelle en
pâtissent.

Les conflits au sein de l'équipe ont
tendance à augmenter.

Les conflits au sein de l'équipe ont
tendance à diminuer.

La motivation diminue.

La motivation augmente.

Le risque de fluctuation du person-
nel au sein de l'équipe va augmen-
ter.

Le risque de fluctuation du personnel
au sein de l'équipe va diminuer.

Le chef de projet a l'habitude de donner à chaque membre de l'équipe de projet des respon-
sabilités et des compétences bien définies.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (138)

Le chef de projet perd son temps,
cette action a un effet négatif sur le
projet

Le chef de projet investit bien son
temps, cette action aura un effet po-
sitif sur le projet.

Les collaborateurs se sentent res-
ponsables du projet.

Personne ne se sent responsable du
projet.

Les conflits au sein de l'équipe ont
tendance à augmenter.

Les conflits au sein de l'équipe ont
tendance à diminuer.

La cohésion et la confiance dimi-
nuent au sein de l'équipe.

La cohésion et la confiance augmen-
tent au sein de l'équipe.

Il y a des fluctuations importantes dans la composition de l'équipe au cours du projet.

A votre avis, quelles seront les conséquences ? (154)

La motivation diminue.

La motivation augmente.

La cohésion et la confiance dimi-
nuent au sein de l'équipe.

La cohésion et la confiance augmen-
tent au sein de l'équipe.

L'intérêt à autrui, l'aide mutuelle
s'en trouvent renforcées.

L'intérêt à autrui, l'aide mutuelle en
pâtissent.

Le sentiment d'être une équipe ga-
gnante diminue.

Le sentiment d'être une équipe ga-
gnante augmente.

Refusant de travailler avec un vieux logiciel de gestion de projet, le chef de projet a décidé
d'acquérir un nouveau logiciel pour mieux suivre le projet.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (125)

Le chef de projet perd son temps,
cette action a un effet négatif sur le
projet

Le chef de projet investit bien son
temps, cette action aura un effet po-
sitif sur le projet.

Les membres de l'équipe ont une
moins bonne compréhension glo-
bale du projet.

Les membres de l'équipe ont une
meilleure compréhension globale du
projet.

La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.
Les problèmes de disponibilité des collaborateurs diminuent.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les problèmes de disponibilité des collaborateurs augmentent.

Deux fois par semaine, le chef de projet exige de tous les membres de l'équipe de projet qu'ils fassent la pause-café du matin ensemble.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (107)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.
La communication au sein de l'équipe marche mieux.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La communication au sein de l'équipe marche moins bien.
La cohésion et la confiance diminuent au sein de l'équipe.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La cohésion et la confiance augmentent au sein de l'équipe.
L'intérêt à autrui, l'aide mutuelle s'en trouvent renforcées.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	L'intérêt à autrui, l'aide mutuelle en pâtissent.

Quand le chef de projet a l'impression que deux membres de l'équipe ne s'entendent pas, il intervient toujours, convoque les personnes en question dans son bureau et essaie de résoudre le conflit

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (129)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.
Les conflits au sein de l'équipe ont tendance à augmenter.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les conflits au sein de l'équipe ont tendance à diminuer.
La cohésion et la confiance diminuent au sein de l'équipe.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La cohésion et la confiance augmentent au sein de l'équipe.
La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.

Le chef de projet a préparé, pour chaque membre de l'équipe, un cahier des charges définissant exactement qui faisait quoi.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (139)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.
La motivation diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La motivation augmente.
Les collaborateurs se sentent responsables du projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Personne ne se sent responsable du projet.
Les conflits au sein de l'équipe ont tendance à augmenter.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les conflits au sein de l'équipe ont tendance à diminuer.

Quand une décision importante doit être prise, le chef de projet en parle lors de la séance de projet et prend la décision avec l'équipe.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (134)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.	
Les collaborateurs se sentent responsables du projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Personne ne se sent responsable du projet.	
La communication entre l'équipe et le chef de projet se détériore.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La communication entre l'équipe et le chef de projet s'améliore.	
Les collaborateurs sont moins conscients de l'enjeu du projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les collaborateurs sont davantage conscients de l'enjeu du projet.	
Les conflits au sein de l'équipe ont tendance à augmenter.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les conflits au sein de l'équipe ont tendance à diminuer.	

Quand un membre de l'équipe de projet aimerait participer à une conférence, visiter une exposition, le chef de projet lui accorde en général cette faveur.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (110)

La motivation diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La motivation augmente.	
Les collaborateurs sont moins conscients de l'enjeu du projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les collaborateurs sont davantage conscients de l'enjeu du projet.	
Les collaborateurs se sentent responsables du projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Personne ne se sent responsable du projet.	
La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.	

Le chef de projet a fait des pieds et des mains pour obtenir des PC très performants pour l'équipe de projet.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (118)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.	
La motivation diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La motivation augmente.	
Les collaborateurs sont moins conscients de l'enjeu du projet.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les collaborateurs sont davantage conscients de l'enjeu du projet.	
La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.	

Lors de chaque séance de projet, le chef de projet informe de manière détaillée sur l'avancement réalisé durant la semaine écoulée. Il en informe également le client et le management.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (128)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.	
Le soutien de l'organisation en sera amélioré.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le soutien de l'organisation risque de faiblir.	
La communication avec le management devient moins bonne.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La communication avec le management devient meilleure.	

La motivation diminue. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La motivation augmente.
Le sentiment d'être une équipe gagnante diminue. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le sentiment d'être une équipe gagnante augmente.

Le chef de projet a l'habitude de fêter chaque succès. Quand un jalon est atteint, quand une tâche critique est terminée, il a l'habitude d'offrir une verrée, parfois même d'offrir le champagne.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (133)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.
La communication entre l'équipe et le chef de projet se détériore. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La communication entre l'équipe et le chef de projet s'améliore.
La motivation diminue. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La motivation augmente.
La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.
Le sentiment d'être une équipe gagnante diminue. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le sentiment d'être une équipe gagnante augmente.

Le chef de projet s'est battu pendant une journée entière avec le directeur du personnel pour obtenir que les heures supplémentaires faites sur le projet soient intégralement payées.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (116)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.
La motivation diminue. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La motivation augmente.
Les conflits au sein de l'équipe ont tendance à augmenter. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les conflits au sein de l'équipe ont tendance à diminuer.
La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.

Tout au début du projet, le chef de projet a insisté pour que tous les membres de l'équipe qui travaillent à 100% sur le projet soient rassemblés, pour la durée du projet, dans un grand bureau.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (132)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.
La communication au sein de l'équipe marche mieux. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La communication au sein de l'équipe marche moins bien.
La communication entre l'équipe et le chef de projet se détériore. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La communication entre l'équipe et le chef de projet s'améliore.
La cohésion et la confiance diminuent au sein de l'équipe. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La cohésion et la confiance augmentent au sein de l'équipe.
Le risque de fluctuation du personnel au sein de l'équipe va augmenter. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Le risque de fluctuation du personnel au sein de l'équipe va diminuer.

Lors de chaque séance de projet, le chef de projet passe un bon moment à discuter les priorités, puis à les fixer très clairement.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (121)

Le chef de projet perd son temps, ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
cette action a un effet négatif sur le
projet

Les buts du projet deviennent plus confus pour les membres de l'équipe de projet.

Les problèmes de disponibilité des collaborateurs diminuent.

Les relations entre les départements
et le projet s'améliorent.

Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.

Les buts du projet deviennent plus clairs pour les membres de l'équipe de projet.

Les problèmes de disponibilité des collaborateurs augmentent.

Les relations entre les départements et le projet se détériorent.

Quand le chef de projet remarque qu'un collaborateur rencontre des difficultés dans son travail, il fait son possible pour l'aider ou trouver une personne qui puisse l'aider.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (144)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet

La cohésion et la confiance diminuent au sein de l'équipe. □ □ □ . □ □ □

Les membres de l'équipe ont plutôt tendance à penser qu'on ne doit tout simplement pas faire d'erreurs.

L'intérêt à autrui, l'aide mutuelle □ □ □ . □ □ □
s'en trouvent renforcées.

Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.

La cohésion et la confiance augmentent au sein de l'équipe.

Les membres de l'équipe trouvent normal que des erreurs soient faites dans un projet.

L'intérêt à autrui, l'aide mutuelle en pâtissent.

Le chef de projet s'est battu pour obtenir de beaux bureaux, bien adaptés, bien équipés, pour l'équipe de projet.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (115)

Le chef de projet perd son temps, cette action a un effet négatif sur le projet

La motivation diminue. □ □ □ □ □ □ □

La communication au sein de l'équipe marche mieux.

La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente. □ □ □ . □ □ □

Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet positif sur le projet.

La motivation augmente.

La communication au sein de l'équipe
marche moins bien.

La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.

Lors des entretiens de qualification de fin d'année, le chef de projet a demandé à être présent, durant la première demi-heure, pour donner son point de vue sur le travail fourni par le collaborateur.

A votre avis, quel est l'effet d'une telle action ? (142)

Le chef de projet perd son temps, □ □ □ . □ □ □
cette action a un effet négatif sur le

Le chef de projet investit bien son temps, cette action aura un effet po-

projet		sitif sur le projet.
La motivation diminue.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La motivation augmente.
La confiance entre l'équipe et le chef de projet augmente.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La confiance entre l'équipe et le chef de projet diminue.
La cohésion et la confiance diminuent au sein de l'équipe.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	La cohésion et la confiance augmentent au sein de l'équipe.

Annexe 18: Résultats du questionnaire N°2: l'effet des actions du chef de projet sur le succès du projet

N°	Action du chef de projet	Moyenne normalisée (-10 .. +10)
147	Tout au début du projet, le chef de projet a réussi à obtenir, de la part de la direction, une définition claire de ses propres compétences et responsabilités.	8.19
117	Le chef de projet fait beaucoup pour créer une bonne ambiance de travail, agréable et détendue, où chacun se sent bien.	8.06
141	Quand le chef de projet a un entretien avec un collaborateur, il le fait toujours très ouvertement, avec une grande franchise.	7.97
134	Quand une décision importante doit être prise, le chef de projet en parle lors de la séance de projet et prend la décision avec l'équipe.	7.92
136	Quand un problème important apparaît, le chef de projet a recours à des discussions en groupe, ou à des workshops, pour essayer de trouver une solution.	7.64
137	Au début du projet, lors de la constitution de l'équipe, le chef de projet s'est battu pour obtenir de collaborateurs qui soient techniquement vraiment à la hauteur	7.64
138	Le chef de projet a l'habitude de donner à chaque membre de l'équipe de projet des responsabilités et des compétences bien définies.	7.60
104	Le chef de projet a pour principe d'intégrer, très tôt dans le projet, les utilisateurs finaux du système, et de les faire participer à certaines séances de projet.	7.58
101	Quand le chef de projet a remarqué que certains membres de la direction doutaient de son projet, il a exigé de pouvoir présenter son projet lors de la prochaine séance de la direction, afin de gagner le soutien ferme de l'ensemble de la direction.	7.49
126	Le chef de projet a affiché au mur de la salle de réunion un diagramme pour représenter graphiquement l'avancement du projet. De plus, il affiche toujours une liste des problèmes et difficultés rencontrés et des mesures prises à cet égard.	7.24

123	Le chef de projet fixe des buts certes réalistes, mais ambitieux, et qui représentent toujours en quelque sorte un défi pour les membres de l'équipe de projet.	7.12
144	Quand le chef de projet remarque qu'un collaborateur rencontre des difficultés dans son travail, il fait son possible pour l'aider ou trouver une personne qui puisse l'aider.	7.07
103	Au début du projet, le chef de projet a passé une journée entière avec le client pour définir exactement, par écrit, quelles étaient les responsabilités du client dans le projet.	7.05
124	Quand le chef de projet délègue une tâche à un collaborateur, il passe toujours pas mal de temps à expliquer le pourquoi de cette tâche, le problème de base qu'il faut résoudre.	6.91
110	Quand un membre de l'équipe de projet aimerait participer à une conférence, visiter une exposition, le chef de projet lui accorde en général cette faveur.	6.79
140	Quand un collaborateur apporte un travail terminé, le chef de projet prend toujours le temps de le regarder le plus vite possible et de porter une appréciation, la plupart du temps positive, sur le travail effectué.	6.55
122	Le chef de projet a pris beaucoup de soin pour bien planifier le projet, estimer avec exactitude la durée de chaque tâche, établir un budget détaillé.	6.33
106	Dès le début du projet, le chef de projet a exigé que des PV écrits soient faits lors de chaque séance de projet.	6.32
118	Le chef de projet a fait des pieds et des mains pour obtenir des PC très performants pour l'équipe de projet.	5.93
108	Le chef de projet a passé beaucoup de temps à discuter, à nouer des liens avec les chefs des départements (donc les supérieurs des membres de l'équipe de projet).	5.57
119	Lors des discussions qui ont précédé la formation de l'équipe de projet, le chef de projet a clairement indiqué qu'il préférerait avoir moins de collaborateurs pour le projet, mais par contre des collaborateurs travaillant à 100% sur le projet.	5.56
116	Le chef de projet s'est battu pendant une journée entière avec le directeur du personnel pour obtenir que les heures supplémentaires faites sur le projet soient intégralement payées.	5.47
142	Lors des entretiens de qualification de fin d'année, le chef de projet a demandé à être présent, durant la première demi-heure, pour donner son point de vue sur le travail fourni par le collaborateur.	5.43

139	Le chef de projet a préparé, pour chaque membre de l'équipe, un cahier des charges définissant exactement qui faisait quoi.	5.30
128	Lors de chaque séance de projet, le chef de projet informe de manière détaillée sur l'avancement réalisé durant la semaine écoulée. Il en informe également le client et le management.	5.28
120	Quand le chef de projet fait une erreur, il en parle presque toujours à la prochaine séance de projet, engage la discussion à ce sujet.	5.18
148	Comme il y avait dans l'équipe des personnes qui travaillaient pour la première fois sur un projet aussi important, le chef de projet les a envoyés suivre un cours de gestion de projet.	5.17
102	Chaque fois qu'une étape est atteinte, le chef de projet prépare une feuille d'information sur l'avancement du projet, et va afficher cette feuille dans le couloir, pour que tout le monde soit au courant.	5.00
129	Quand le chef de projet a l'impression que deux membres de l'équipe ne s'entendent pas, il intervient toujours, convoque les personnes en question dans son bureau et essaie de résoudre le conflit.	4.87
115	Le chef de projet s'est battu pour obtenir de beaux bureaux, bien adaptés, bien équipés, pour l'équipe de projet.	4.77
143	Le chef de projet passe tous les jours dans les bureaux, discute un instant avec chacun, est au courant du travail et des problèmes de chaque membre de l'équipe.	4.63
121	Lors de chaque séance de projet, le chef de projet passe un bon moment à discuter les priorités, puis à les fixer très clairement.	4.53
111	Au début du projet, le chef de projet a passé beaucoup de temps à discuter avec toutes les personnes de l'entreprise qui étaient réticentes face au projet.	4.37
112	Le chef de projet a noté, sur un grand carton, les trois buts principaux du projet. Il a suspendu ce carton au mur, dans le grand bureau où travaille la plupart des collaborateurs du projet.	4.30
109	Le chef de projet passe un temps important à préparer les documents à l'intention du management, pour discuter régulièrement de l'avancement du projet avec le management.	3.96
132	Tout au début du projet, le chef de projet a insisté pour que tous les membres de l'équipe qui travaillent à 100% sur le projet soient rassemblés, pour la durée du projet, dans un grand bureau.	3.92

146	Quand un membre de l'équipe de projet pose une question au chef de projet, ce dernier répond en général très rapidement à la question posée.	3.86
133	Le chef de projet a l'habitude de fêter chaque succès. Quand un jalon est atteint, quand une tâche critique est terminée, il a l'habitude d'offrir une verrée, parfois même d'offrir le champagne.	3.82
135	Le chef de projet organise souvent des activités en-dehors du travail: soirées où l'on joue aux quilles, journées de sport, excursions en famille le week-end.	3.62
125	Refusant de travailler avec un vieux logiciel de gestion de projet, le chef de projet a décidé d'acquérir un nouveau logiciel pour mieux suivre le projet.	3.61
105	Le chef de projet avait d'emblée décidé de faire des réunions fréquentes avec le client.	3.25
114	A chaque occasion, le chef de projet souligne combien le projet est important pour l'entreprise, combien le succès de ce projet est capital pour le client, combien la satisfaction du client est vitale pour l'entreprise.	2.90
107	Deux fois par semaine, le chef de projet exige de tous les membres de l'équipe de projet qu'ils fassent la pause-café du matin ensemble.	2.86
145	Le chef de projet discute régulièrement, en tête-à-tête, avec chaque personne qui travaille sur le projet.	2.49
130	Quand il attribue des responsabilités, le chef de projet préfère les attribuer à des groupes (2-3 personnes, parfois plus) qu'à des individus.	2.06
127	Le chef de projet a autorisé un membre de l'équipe à suivre un cours de formation dans un domaine annexe, qui ne concernait pas directement le projet.	0.71
131	Le chef de projet a créé un logo du projet, qui figure sur tous es documents. Il a ensuite fait faire des T-Shirts portant le logo et le nom du projet - seuls les membres de l'équipe de projet ont reçu un tel T-Shirt.	0.69
113	Chaque fois que des doutes apparaissent sur le succès du projet, sur la tenue des délais, le chef de projet monte au créneau, se démène comme un diable et montre combien il est convaincu du succès de son projet.	-3.46

Notice biographique

Roland SAUTER, né le 24 mars 1947 à Bienne, originaire de Genève.

- 1954 - 63** Écoles primaires, secondaires, progymnase à Bienne.
- 1963 - 66** Gymnase à Bienne. Maturité de type C.
- 1966 - 71** Diplôme d'ingénieur en électronique de l'École Polytechnique Fédérale de Zurich.
Travail de diplôme chez le Professeur Mansour: "Commande par réactance d'un générateur synchrone par la méthode de rétro-action convexe".
- 1990 - 91** Cours MBA, Master of Business Administration,
École des HEC de l'Université de Lausanne:
Major de la promotion, Prix de la Banque Cantonale Vaudoise.

Activité professionnelle

1974-1976: Ingénieur-système chez STR (membre du groupe ITT) à Zurich. Stage de 18 mois chez CGCT, la filiale française du groupe ITT. Développement de programmes de "déverminage" en temps réel pour des systèmes de télécommunications.

1976-1979: Collaborateur scientifique à l'Institut de la Machine-Outil de l'École Polytechnique fédérale de Zurich. Chef de projet pour la réalisation d'une commande numérique CNC pour l'usinage de surfaces gauches. Chargé du cours sur les commandes numériques.

1980-1982: Développement de logiciels dans le domaine CAD/CAM en tant qu'indépendant. Activité comme conseiller d'entreprises dans le domaine informatique.

1982 -1990: Fondé de pouvoir dans la maison MECASOFT S.A., Minusio/Zurich. Responsable de l'ensemble du développement des projets informatiques. Responsable de la filiale de Zurich. Conduite de nombreux projets en Suisse et aux États-Unis.

depuis 1990: indépendant, spécialisé dans le conseil et la formation en gestion de projet. Séminaires de gestion de projet dans de nombreuses grandes entreprises en Suisse et à l'étranger. Conférences et cours de gestion de projet dans des École Techniques Supérieures, des ESCA, à l'Université de Lausanne, à l'EPFL.